

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



**“EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS
PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE
MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL
CHINA, JULIO 2017 – JULIO 2018”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

ELABORADO POR :
Bach. Inga Alcantara, July Roxana

ASESOR:
Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari
Huánuco - Perú
2018



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:01 horas del día 20 del mes de SEPTIEMBRE del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

ING. HEBERTO CALVO TRUJILLO (Presidente)
ING. MORENO ANTONIO TORRES MORAQUIN (Secretario)
BLEO. ALBERTO ROLANDO DURANO NIEVO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 909-2018-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

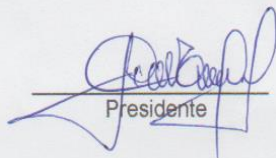
"EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA, JULIO 2017 - JULIO 2018"

presentada por el (la) Bachiller JULY ROXANA, INGA ALCANTARA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

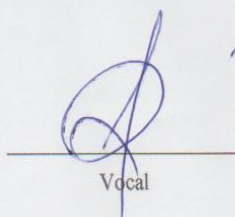
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 18 y cualitativo de MUY BUENA (Art. 47)

Siendo las 16:55 horas del día 20 del mes de SEPTIEMBRE del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios por la vida, sabiduría y salud, quien estando conmigo los retos diarios fueron posibles.

A mis amados padres, Gonzalo y Juana quienes en todo momento fueron mi soporte y motivación para llegar a cumplir una de mis metas trazadas, siendo ellos la más grande bendición que Dios me dió.

A mis queridas hermanas Abimaela, Katty y Giovanna, por brindarme su cariño, apoyo y confianza.

Esto es posible gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO

A Dios quién nunca me abandonó, que por su misericordia logré concretar una meta más, demostrándome en todo momento que sus planes son perfectos.

A mis padres que fueron la pieza primordial para cumplir con esta meta.

A mis hermanas y cuñado Marco por su apoyo incondicional.

A la Universidad de Huánuco por el apoyo durante mi formación profesional, teniendo como fortaleza las enseñanzas adquiridas.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por brindarme su apoyo para la ejecución de esta investigación, así como también al decano y personal de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia.

A mis jurados, que con sus instrucciones me ayudaron a fortalecer mi investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INDICE	5
RESUMEN	9
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	
PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3. OBJETIVO GENERAL	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES	17
2.1.2. ESTUDIOS NACIONALES	20
2.1.3. ESTUDIOS LOCALES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. COMPOSTAJE	24
2.2.1.1. FACTORES QUE AFECTAN AL PROCESO DE COMPOSTAJE	25
2.2.1.2. ETAPAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	30

2.2.1.3. PRINCIPALES MICROORGANISMOS QUE INTERVIENEN EN LE PROCESO DE COMPOSTAJE.....	33
2.2.1.4. MATERIAS PRIMAS QUE INTERVIENEN EN LA ELABORACIÓN DEL COMPOST	34
2.2.1.5. BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DEL COMPOST EN EL SUELO.....	35
2.2.1.6. PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL COMPOSTAJE..	36
2.2.1.7. HIGIENIZACIÓN E INOCUIDAD	37
2.2.2. MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM).....	38
2.2.2.1. PRINCIPALES MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL EM	39
2.2.2.2. APLICACIONES DE MICROORGANISMOS EFICIENTES	41
2.2.2.3. VENTAJAS DE LA ADICIÓN DE MICROORGANISMOS AL COMPOSTAJE	44
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	44
2.4. HIPÓTESIS	47
2.5. VARIABLES	49
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	50
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1. ENFOQUE.....	51
3.1.2. ALCANCE.....	51
3.1.3. DISEÑO.....	51
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.2.1. POBLACIÓN.....	52

3.2.2. MUESTRA.....	53
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RELACIÓN DE DATOS	53
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.1.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.....	53
3.3.1.2. CLIMA.....	54
3.3.1.3. TRATAMIENTOS APLICADOS.....	54
3.3.1.4. MATERIALES.....	56
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	58
3.3.2.1. MÉTODOS.....	58
3.3.2.2. PROCESO DE COMPOSTAJE	60
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS..	67
3.3.3.1. MEDICIÓN DE PARÁMETROS.....	67
3.3.3.2. COSECHA	68
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	69
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	69
4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MONITOREADOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE.....	69
4.1.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE, ANALIZADOS EN EL LABORATORIO.....	72
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	85
4.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.....	85
4.2.2. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 2.....	86
4.2.3. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 3	88
4.2.4. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 4	89
4.2.5. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 5	90

4.2.6. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 6	92
4.2.7. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 7	93
4.2.8. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 8	94
4.2.9. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 9	95
4.2.10. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 10	97
4.2.11. PRUEBA DE HIPOÓTESIS ESPECÍFICA 11	98
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS.....	108

RESUMEN

La presente investigación evaluó una alternativa diferente para la producción de compost a partir de los residuos orgánicos pecuarios provenientes del establo de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, mediante la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y microorganismos eficientes presentes en la col china.

Para lograr dicho objetivo se implementó seis (6) camas composteras, con tres (3) tratamientos diferentes y dos (2) repeticiones cada una, donde se trataron excretas de equinos (caballos), bovinos (vacas), ovinos (ovejas) y camélidos sudamericanos (llamas).

Para probar la presencia de los microorganismos eficientes presentes en la col china, se mandó a analizar la inoculación en el laboratorio acreditado “La Molina Calidad Total Laboratorios”, confirmando la presencia de bacterias ácido lácticas, levaduras y hongos. Asimismo, se realizó el análisis físico-químico del compost antes, durante y al finalizar el proceso de compostaje.

Los diferentes tratamientos para la producción de compost tuvieron la misma composición y cantidad de residuos orgánicos pecuarios, pero se diferenciaron por la aplicación de los microorganismos eficientes. En el tratamiento 0 - T0 (testigo), no se utilizaron microorganismos eficientes; para el tratamiento 1 - T1 se utilizaron 3.200 litros del caldo de inoculación de EM, 800 mililitros en cada capa de la cama compostera (cuatro capas); para el tratamiento 2 - T2 se utilizaron 3.200 litros del caldo de inoculación de EM presentes en la col china, 800 mililitros en cada capa de la cama compostera (cuatro capas).

Después de 42 días se dió por culminado el proceso de compostaje, enviando muestras al Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para determinar las características físico-químico finales del compost obtenido en cada tratamiento, los parámetros analizados fueron pH, materia orgánica, humedad, relación C/N, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio, cenizas en base seca y materia seca.

Al culminar el proceso de compostaje se realizó la evaluación de los parámetros de cada cama compostera, determinándose que los tres tratamientos desarrollados, estadísticamente son similares dentro de los 11 parámetros evaluados.

Conociendo que los tres tratamientos estadísticamente son similares, se hizo la respectiva comparación con la Norma de Calidad de Compost del Instituto Nacional de Normalización de Chile, donde los parámetros humedad, nitrógeno, magnesio y potasio se encuentran en la clase A; los parámetros materia orgánica y calcio se encuentran en la clase B; los parámetros pH, relación C/N y fósforo se encuentran en la clase C y los parámetros cenizas en base seca y materia seca no se encuentran categorizadas.

ABSTRACT

The present investigation evaluated a different alternative for the production of compost from the organic waste from the stable of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University Hermilio Valdizan, through the application of efficient microorganisms (EM) and efficient microorganisms present in the Chinese cabbage.

To achieve this goal, six (6) composting beds were implemented, with three (3) different treatments and two (2) repetitions each, where excreta from equines (horses), bovines (cows), sheep (sheep) and camelids were treated. South American (llamas).

To test the presence of the efficient microorganisms present in the Chinese cabbage, the inoculation was ordered in the accredited laboratory "La Molina Total Quality Laboratories", confirming the presence of lactic acid bacteria, yeasts and fungi. Likewise, the physical-chemical analysis of the compost was carried out before, during and at the end of the composting process.

The different treatments for the production of compost had the same composition and quantity of organic residues, but they were differentiated by the application of efficient microorganisms. In the 0-T0 treatment (control), efficient microorganisms were not used; for treatment 1 - T1, 3,200 liters of the EM inoculation broth were used, 800 milliliters in each layer of the composting bed (four layers), in the 2 - T2 treatment, 3,200 liters of the EM inoculation broth present in the Chinese cabbage, 800 milliliters in each layer of the composter bed (four layers).

After 42 days the composting process was completed, sending samples to the Soil, Water and Ecotoxicology Analysis Laboratory of the Faculty of Agronomy of the National Agrarian University of La Selva, to determine the final physical-chemical characteristics of the compost obtained in each treatment, the parameters analyzed were pH, organic matter, humidity, C / N ratio, nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, potassium, ash on dry basis and dry matter.

At the end of the composting process, the evaluation of the parameters of each composting bed was carried out, determining that the three treatments developed are statistically similar within the 11 parameters evaluated.

Knowing that the three treatments are statistically similar, the respective comparison was made with the Compost Quality Standard of the National Institute of Normalization of Chile, where the parameters humidity, nitrogen, magnesium and potassium are found in class A; the organic matter and calcium parameters are in class B; the pH, C / N and phosphorus parameters are in class C and the ash parameters in dry base and dry matter are not categorized.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en nuestro país uno de los más grandes problemas ambientales es la inadecuada disposición de los residuos sólidos, existiendo 12 rellenos sanitarios para la población que supera los treinta y tres millones de habitantes (OEFA, 2016)

La generación promedio nacional de residuos sólidos al 2014, fue de 13 244 t/día, resaltando que el 53,16% son materia orgánica, el 18,64% son residuos no reaprovechables, el 18,64% son residuos reaprovechables y el 6,83% son residuos reciclables (MINAM, 2015)

Debido a ello, existen técnicas que permiten la reutilización y tratamiento a los residuos, ayudando en la disminución del volumen, ya que finalmente son dispuestos en los rellenos sanitarios, botaderos y puntos críticos.

El compostaje es una de las alternativas necesarias y adecuadas no solo para disminuir los residuos orgánicos, sino también para reemplazar la aplicación excesiva y continua de los fertilizantes, los cuales acidifican los suelos, favorecen la erosión, afecta los organismos y altera las propiedades físico-químico de los componentes del suelo.

Sin embargo, en la actualidad existe los microorganismos eficientes que son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural y es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros. Estos microorganismos eficientes inducen a que la materia orgánica se descomponga rápidamente por la vía de la fermentación y no de la putrefacción.

Es así que en esta investigación se realizó el compostaje de los residuos orgánicos pecuarios de los diferentes animales que se encuentran en el establo de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, con la aplicación de microorganismos eficientes de origen natural desarrollada por el prof. Teruo Higa, los cuales también fueron aislados y reproducidos mediante las hojas de la col china.

CAPÍTULO I

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La aglomeración de la producción pecuaria consecutivamente crea problemas ambientales concentrados y de gran magnitud. Las grandes unidades pecuarias industriales consumen desmedidas cantidades de nutrientes a través de los concentrados balanceados, y producen muchos más desechos de los que pueden reciclar como fertilizantes o absorber las tierras cercanas. La concentración de operaciones pecuarias intensivas puede representar un peligro de contaminación para la calidad del suelo, el agua, la atmósfera, la biodiversidad y, a fin de cuentas, para la salud pública.

La contaminación es dañina en particular cuando se concentran grandes números de animales en zonas delicadas en torno a las ciudades o cerca de los recursos hídricos. Las aguas de desecho por lo general se eliminan en el medio ambiente o se almacenan en grandes «lagunas», desde las cuales los desechos pueden derramarse o filtrarse hacia las corrientes cercanas de agua o en las reservas hídricas subterráneas. Los desechos emiten gases contaminantes y someten a los personas a un ambiente malsano, además de contribuir a la dispersión de partículas en suspensión en el aire, que incrementan los gases responsables del efecto invernadero y la lluvia ácida (Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector- Dirección de Producción y Sanidad Animal, 2014)

Según la (Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector- Dirección de Producción y Sanidad Animal, 2014), las principales formas de contaminación asociadas al tratamiento del estiércol en la producción pecuaria intensiva son las siguientes: Eutroficación del agua de superficie, esto debido a la eliminación de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes, o al escurrimiento hacia las corrientes de agua, que causan daños en los humedales y los ecosistemas frágiles, además de promover la proliferación de algas que consumen el oxígeno del agua y

son letales para los peces y otras especies acuáticas; Filtración de nitratos y patógenos en los mantos acuíferos, lo que constituye un peligro para las reservas de agua potable; Acumulación de nutrientes y metales pesados excedentes en el suelo, malsano para la fertilidad de las tierras, por lo que reducen la superficie agrícola, ya amenazada por el crecimiento de la población, el aumento de la demanda de alimentos y la conversión del suelo a otros usos; Contaminación de los recursos de tierras y agua por patógenos, esto puede ser otra consecuencia frecuente de la ruptura del «ciclo corto» de reciclaje de los nutrientes; Liberación de amoníaco, metano y otros gases en la atmósfera, las emisiones de amoníaco contribuyen a la lluvia ácida y a la acumulación de nitrógeno, perjudicial para los cultivos y los ecosistemas naturales, y también participan en la dispersión de partículas en suspensión en el aire, perjudicial para la salud; Destrucción de los ecosistemas frágiles, como los humedales, los manglares y los arrecifes coralinos, reservas insustituibles de biodiversidad, que son el último refugio de numerosas especies en peligro de extinción.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye los microorganismos eficientes presentes en la col china, en el tratamiento de residuos orgánicos pecuarios realizados en composteras?

1.3.OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, aplicando microorganismos eficientes presentes en la col china.

1.4.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el pH en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar la relación C/N en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.

- Evaluar la materia orgánica en base seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar la humedad en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar el nitrógeno en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar el fósforo en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar el calcio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar el magnesio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar el potasio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar las cenizas en base seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.
- Evaluar la materia seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- El sector pecuario en el Perú está establecido por una diversidad genética de especies entre ellas se encuentra las nativas que son las alpacas, llamas y cuyes; y adaptadas localmente que son los ovinos, vacunos porcinos, caprinos y aves, con gran importancia alimentaria. La producción pecuaria en el Perú tuvo un crecimiento de un 2.8 % (Riego, 2016).
- Hace 15 años se observó un descenso en la fertilidad de los campos, esto debido al exceso de fertilizantes químicos lo que produjo la carencia de materia orgánica en los suelos, alterando el ciclo natural y haciendo desaparecer los organismos conocidos como descomponedores, encargados de fabricar el humus.

- En la actualidad existe muchas alternativas de solución, entre ellas el compostaje, siendo una técnica mediante la cual se crean condiciones necesarias, ya que a partir de residuos orgánicos los microorganismos descomponedores fabrican un abono de elevada calidad. (Tierra, 2008).
- En el compostaje se puede aprovechar residuos orgánicos de diferentes procedencias tales como residuos agropecuarios, residuos orgánicos domiciliarios. En este caso trataremos el proceso de compostaje con residuos orgánicos agropecuarios, ya que trataremos de residuos de origen vegetal (rastros), y origen animal (estiércoles de animales como vacunos, ovinos, camélidos sudamericanos y equinos) (Daniel Sztern, 1999).
- En el proceso de compostaje se utiliza y aplica los Microorganismos Eficientes, que son una cultura compleja de microorganismos beneficios, conformada fundamentalmente por bacterias ácido lácticos, hongos fermentadores, fotosintéticos, levaduras, actinomicetes, los que se aplican como inoculante y acelerador en el proceso de compostaje, teniendo como beneficios la reducción de la generación de olores ofensivos e insectos nocivos, incrementa la solubilización de nutrientes, reduce el tiempo de compostaje (EMRO, Guía de la Tecnología de EM, 1998).
- Los microorganismos eficientes denominados EM, contribuyen en el proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación produce ácidos orgánicos que normalmente no está disponible como: ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos, sustancias bioactivas y vitaminas. El ingrediente principal en este proceso es la materia orgánica que es suministrada por el reciclado de residuos de los cultivos, materia verde y desechos animales. También, este proceso lleva a un incremento de humus en el suelo: Las bacterias ácido lácticas, destruyen microorganismos patógenos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes. También se conoce que el efecto

antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales (EMRO, Guía de la Tecnología de EM).

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de la presente investigación, no se tuvo limitación alguna, ya que la tesista asumió las siguientes actividades:

- Análisis de los parámetros físico-químico y microbiológico.
- Para realizar el monitoreo interdiario, se usaron algunos equipos como: pH-metro digital, termohigrómetro digital, medidor de suelo 3 en 1; materiales como regaderas y balanza mecánica.
- Para la realización del compostaje a través de camas composteras se utilizó de un espacio mínimo adecuado de 100.8 m³.
- Holgado conocimiento del investigador sobre el tema.
- Disponibilidad de tiempo en las actividades de la investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue viable por las siguientes razones:

- La actividad pecuaria es una de las actividades más desarrolladas en la ciudad de Huánuco, donde se da a conocer el aprovechamiento que se le puede dar a las excretas (estiércol) de los animales productores de diferentes tipos de alimentos.
- Desde el punto de vista ambiental, el compost producido por residuos orgánicos pecuarios, contribuye en la mejora de la calidad y rendimiento del suelo, facilitando la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta, asimismo reduce el uso de combustibles fósiles al crear compost mediante maquinarias.
- Desde el punto de vista económico, los establos que se encuentran en la ciudad de Huánuco, generan gran cantidad de excretas, por lo que el proceso de compostaje no genera gastos de elevado costo y producen abono orgánico a corto plazo, basta contar con un espacio adecuado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios que se detallan a continuación guardan relación con el estudio desarrollado.

2.1.1. Estudios Internacionales

Ivan (2013), elaboró en la Universidad Técnica de Ambato, la tesis “Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost”, esta investigación se realizó 6 tratamientos consecuencia de la combinación de los factores en estudio más el testigo en el que no se aplicó microorganismos eficientes. Los tratamientos y las dosis aplicadas fueron las siguientes:

En el tratamiento 1 se aplicó EM en una dosis 10cc/10 L de agua, en el tratamiento 2 se aplicó EM en una dosis de 20cc/10 L de agua, en el tratamiento 3 se aplicó EM en una dosis de 30cc/10 L de agua, en el tratamiento 4 se aplicó EM en una dosis de 10cc/10L de agua, en el tratamiento 5 se aplicó EM en una dosis de 20cc/10L de agua, en el tratamiento 6 se aplicó EM en una dosis de 30cc/10L de agua, y en el tratamiento 7 no se aplicó EM.

Las características de las pilas de compostaje fueron las siguientes: área de la pila 2m², área total de las pilas 42m², largo de la pila 2m, ancho de la cama 1m, alto de la pila 0,70m, caminos entre pilas 1m, ancho del bloque 10m, largo del bloque 15m, área total del ensayo 174m², área de caminos 24m².

El material vegetal y orgánico para cada pila fueron: estiércol de vacuno (100Kg) y desechos vegetales (paja y alfalfa) 50 Kg de cada insumo, lo que cubrió 2m² de superficie.

Finalmente se analizó las pilas de compostaje, donde se obtuvo que el mejor resultado fue la dosis de 30cc/10 L de agua que causó el mejor

efecto en el proceso de descomposición, acelerando el tiempo a la cosecha de compost y obteniendo mejor calidad en su contenido nutricional, donde se obtuvo el compost en 50 días, con un mayor número de nitrógeno (1,13%) como también de fósforo (219,99 ppm) y potasio (0,72%), materia orgánica (24,63%).

Antonio (2013), elaboró en la Universidad Técnica estatal de Quevedo, la tesis “Compostaje de tres tipos de materia orgánica con la aplicación de microorganismos eficientes”, en esta investigación se realizó el tratamiento en el compostaje de tres tipos de materia orgánica con la aplicación de microorganismos eficientes.

Donde el tratamiento 1 fue con estiércol de gallinaza+ EM, el tratamiento 2 fue con estiércol de bovinaza + EM, el tratamiento 3 fue con estiércol de cuy + EM, el tratamiento 4 fue con estiércol de gallinaza + cascarilla + EM, el tratamiento 5 fue con estiércol de bovinaza + cascarilla + EM, el tratamiento 6 fue con estiércol de cuy + cascarilla+ EM.

Donde la longitud de la cama fue de 2m, ancho de la cama fue de 1m, alto de la cama fue de 0.50m, área de la cama fue de 1m^3 , distancia entre repeticiones fue de 0.50m, distancia entre tratamientos fue de 0.50m, cantidad de microorganismos 20Lt, área útil fue de 36m^2 , área total fue 63m^2 .

Los resultados fueron: El menor tiempo para la obtención del compostaje lo presentaron la combinación de EM más gallinaza, bovinaza y cuy con un promedio de 122.66 días; La menor temperatura termofílica en la obtención del compostaje en la aplicación de EM fue de 46.33 y 48.00 °C, el T1 (EM + gallinaza), se logró una mayor temperatura termofílica para la transformación de compostaje con 59.67 °C; El T3 (EM + estiércol de cuy) y T6 (EM + estiércol de cuy más cascarilla de arroz), obtuvieron el menor temperatura final en la obtención del compostaje con la aplicación de microorganismo eficientes con 18.93 y 19.00 °C, El T4 (EM + cuy), T6 (EM + cuy + cascarilla de arroz) y el T2 (EM + bovinaza), obtuvieron el

mejor índice para obtención del compostaje con la aplicación de microorganismo eficientes con 1.33, 1.42 y 1.72, El T6 (EM + cuy más cascarilla de arroz), T3 (EM + cuy) y el T4 (EM +gallinaza más cascarilla de arroz), obtuvieron los mayores rendimientos en compostaje con la aplicación de EM con 531.67, 475.50 y 441.67, la mejor utilidad y relación benéfico costo con un valor de U\$D 23.61 y 1.54 la reportó el tratamiento T2 (EM+ bovinaza), la mayor concentración de materia orgánica se presentó en el compostaje de desechos de cuy más EM, con .39.43%, Nitrógeno (N) 1.97%, Fosforo (P) 144%, Potasio (K) 1.64 %.

Hurtado (2014), elaboró en la Universidad de Manizales, la tesis “Evaluación de Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyeccioes de Bovinos, Porcinos y conejos”, esta investigación se ejecutó en la Granja Experimental Bnegala de la Universidad de Quindio, demostrando la acción acelerada de los microorganismos transformadores de materia organica. En el campo se estableieron 15 tratamientos, tres de ellos con excretas de bovino, porcino y conejo, y el tratamiento testigo sin la intervención de EM; 3 tratamientos con excretas de bovino, porcino y conejo con la adición de EM a razón de 1L/ton de materia organica; 3 tratamientos con excretas de Bovino, porcino y conejo con la adición de EM a razón de 2L/ton de materia organica-, 3 tratamientos con excretas de Bovino, porcino y conejo con la adición de EM a razón de 3L/ton de materia organica y otros 3 tratamientos con excretas de Bovino, Porcino y Conejo con la adición de EM a razón de 4L/ton de materia organica.

Finalmente los resultados obtenidos en función al tiempo de compostaje se llevo a cabo en el ultimo tratamiento con excretas de Bovino, Porcino y Conejo con la adición de EM a razón de 4L/ton de materia organica, obteniendo el compost en el menor tiempo en un promedio de 72 días.

2.1.2 Estudios Nacionales

Marco (2012), elaboró en la Universidad de Piura, la tesis “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura”, en la investigación se instalaron 4 pilas de compostaje en el campus de la Universidad de Piura.

Las 4 pilas de compostaje tuvieron la misma cantidad de material: 60Kg de residuos de jardín, 40Kg de hojarasca de algarrobo, 60Kg de ramillas de algarrobo, 40 Kg de estiércol de vacuno, haciendo un total de 200 Kg por cada pila.

Donde la dosificación de EM fue la siguiente: pila 1 no se agregó dosis del producto y se constituyó como blanco, pila 2 se aplicó dosis semanales de 0,5L de EM por mochila de 20L, pila 3 se aplicó dosis semanales de 1,0L de EM por mochila de 20L, pila 4 se aplicó dosis semanales de 1,5L de EM por mochila de 20L.

Las dosis fueron aplicadas durante 6 semanas. El diseño de cada una de las pilas de compost fue el siguiente: largo 2.2m, ancho 1,2m, altura 0.8m. Cada pila estaba conformada por un total de 200 Kg de material a compostar.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El tratamiento 2 (pila 3) registró mayor porcentaje de ramillas degradadas (36,7%) durante los dos meses que duró el proceso de compostaje. Comparando este porcentaje de degradación con el obtenido en el tratamiento 0 (pila 1), el cual fue de 22,19% de ramillas degradadas, se observa la efectividad de la dosis de microorganismos eficaces aplicada en el tratamiento 2, asimismo, el tratamiento 2 registró el valor de pH más cercano al neutro (7,39) y una concentración de $2,2E+04$ NMP/100 g de microorganismos termotolerantes inferior al límite permisible ($1,0 E+05$ NMP/100 g).

Neftali (2007), elaboró en la Universidad Nacional Agraria, la tesis “Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost – hacienda las mercedes”, con los siguientes objetivos: Contribuir a la búsqueda de

alternativas de reciclaje de diferentes materiales de origen vegetal, animal y que contenga buenas características físicas, químicas y biológicas, evaluar el efecto de diferentes materiales orgánicos (pulpa de café, aserrín, basura verde + cascarilla de arroz, abono verde + cascarilla de arroz y residuos del comedor) sobre algunas propiedades químicas, físicas y biológicas del compost y determinar cuál de las mezclas orgánicas evaluadas (pulpa de café, aserrín, basura verde + cascarilla de arroz, abono verde + cascarilla de arroz y residuos del comedor) contribuyen a mejorar algunas de las propiedades químicas, físicas y biológicas del compost.

Se realizaron 5 tratamientos y 3 repeticiones: los cinco tratamientos compuestos de: basura seca recogida de la Hacienda Las Mercedes, estiércol, cal y sica (carbón vegetal) en común; el tratamiento 1 se diferenciaba por la presencia de pulpa de café, el 02 por tener aserrín, el 3 con basura verde más cascarilla de arroz, el 04 con abono verde más cascarilla de arroz y el 5 con residuos provenientes del comedor de la Universidad Nacional Agraria. Los parámetros que se evaluaron fueron: temperatura, humedad, fitotoxicidad, Contenido de macro y micro elementos y diversidad de hongos y bacterias en el proceso de compostaje. Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados: existe diferencia significativa entre los tratamientos en la variable temperatura siendo la pulpa de café el material orgánico que favorece mayor actividad microbiana y que permitió obtener temperaturas más altas que el resto de mezclas. La pasteurización del abono se logró a través de que la temperatura entre 45 °C y 50 °C fue por un tiempo prolongado. Según el resultado del análisis químico realizado en el laboratorio de suelos y aguas de la UNA indican por que los rangos de humedad al final del ensayo se mantuvieron dentro de los parámetros óptimos (50-65 %).

Noe (2011), elaboró en la Universidad Nacional de San Martín, la tesis “Efecto de tres fuentes y tres dosis de compost con aplicación de microorganismos eficaces en el desarrollo y rendimiento de pepinillo híbrido, en la provincia de Lamas – departamento de San Martín”, en esta

investigación se ensayo 3 fuentes y 3 dosis de compost utilizando gallinaza, cuyaza y vacasa en una dosis de 10, 15 y 20 Tn.ha⁻¹, donde se aplico EM, teniendo un diseño de Bloques Completamente Randomizado con arreglo factorial de 3 x 4, con 4 repeticiones y 12 tratamientos correspondientes a combinaciones de las fuentes y dosis y además un testigo sin fertilización.

Como resultado la fuente de abono con mejores respuestas sobre el desarrollo del pepinillo fue el Compost de cuyasa, quien proyectó diferencias significativas superiores al Compost de vacasa y de gallinaza en las variables altura de planta, número de frutos por planta, longitud de frutos, diámetro de frutos, peso de frutos y rendimiento del pepinillo en cientos por tratamiento; respecto a las dosis de abonamiento, fueron las dosis de 20 y 15 Tn.ha⁻¹ las definieron los mejores resultados para las variables altura de planta, numero de frutos por planta, longitud de frutos, diámetro de frutos, peso de frutos; el rendimiento del pepinillo en cientos por tratamiento y los tratamientos T7 (Cuyasa x 15 Tn.ha⁻¹) y T6 (Cuyasa x 20 Tn.ha⁻¹) con promedios de 11 052,5 y 10 543,75 cientos de pepinillos superaron a los demás tratamientos, siendo los tratamientos T4, T8 y T12 (testigos) aquellos se arrojaron el menor rendimiento en cientos de pepinillos con un promedio de 8371,66 y el análisis Beneficio/Costo definió al T6 (Cuyasa x 15 Tn.ha⁻¹) como el mejor tratamiento con un valor de 5,47; seguido de los tratamientos T1 (Gallinaza x10 Tn.ha⁻¹), T5 (Cuyasa x10 Tn.ha⁻¹) y T7 (Cuyasax20 Tn.ha⁻¹) quienes alcanzaron valores de 5,39, 5,39 y 5,38 respectivamente.

2.1.3 Estudios Locales

Juan (2016), elaboró en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, la tesis “Efecto de los Bioabonos en el Rendimiento y la Calidad de la Asociación de Pasturas en condiciones Edafoclimatica de Cayhuayna Huánuco – 2015”, realizando abono foliar con 0,1 y 2 litros de EM/ha y compost con 0, 2, 4 y 6 toneladas/ha, con un total de 12 tratamientos.

Con el objetivo de evaluar el efecto de los bioabonos en el rendimiento y calidad de la asociación de pasturas en condiciones edafoclimáticas de cayhuayna.

Los resultados permiten concluir que existe efecto significativo en los niveles de bioabonos empleados; donde se obtuvieron una altura de 0,92 m , un rendimiento en forraje verde de 2,479 kg/m² , forraje seco con 5,132 kg/ha/corte y un porcentaje de proteína de 23,7 % bajo las condiciones del ensayo; sugiriendo aplicar de 1 a 2 litros de microorganismos eficaces con 4 toneladas de compost por hectárea, para asegurar buenos rendimientos, calidad e inocuidad en los pastos asociados.

Ana (2016), elaboró en la Universidad de Huánuco, la tesis “Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos por medio de la utilización de Microorganismos eficientes en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla”, en la investigación se evaluó la alternativa para la producción de compost a partir del 100% de los residuos orgánicos provenientes de los comedores del campamento de la Central Hidroeléctrica Chaglla mediante la utilización de microorganismos eficientes.

Donde se determinó la cantidad de residuos orgánicos generados y se realizó la caracterización de dichos residuos que van a disposición final, para establecer su posterior tratamiento en compostaje con EM. Así mismo se realizó el análisis del compost durante y al finalizar el proceso, este seguimiento se hizo mediante pruebas in situ y ex situ para cada tratamiento.

Después de 32 días se daba por terminado el proceso de compostaje. Se determinó la producción final de compost en peso y volumen, obteniendo mejores resultados en los lotes del cuarto tratamiento con EM. Finalmente se enviaron muestras al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina para determinar las características químicas finales del

compost obtenido en cada tratamiento. Tales pruebas fueron C/N, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

Asado (2007), desarrolló en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco - Perú, la tesis “Concentración de sales en ocho tipos de compost mejorado, elaborados bajo las condiciones del huerto olerícolafrutícola de la UNHEVAL”, llegando a la conclusión que el tratamiento (15 kg de roca fosfórica + 1 1 2 broza de frijol + estiércol de cobayo) alcanzó el valor máximo de conductividad eléctrica al 1º, 2º 3º y 4º mes de compostaje con 19,46 dS/m, 20,95 dS/m, 21,95 dS/m y 25,40 dS/m respectivamente; la misma tendencia mostraron los tratamientos (15 kg de 1 1 1 roca fosfórica + broza de frijol + estiércol de vacuno) y a b c (15 kg de roca fosfórica + 1 2 2 broza de maíz + estiércol de cobayo). El tratamiento (30 kg de roca fosfórica + 2 2 2 broza de maíz + estiércol de cobayo) alcanzó el valor mínimo de conductividad eléctrica con 12,83 dS/m al primer y segundo mes de compostaje. Los valores de los tratamientos con 15 kg de roca fosfórica 24 tienden a mostrar la tendencia de presentar un mayor contenido de sales solubles que aquellos tratamientos que tienen un contenido de 30 kg de roca fosfórica, lo que significa que a mayor contenido de roca fosfórica, el proceso de descomposición es más lento, lo que afecta la liberación de las sales solubles.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Compostaje

El compostaje es una técnica por medio de la cuál se crean condiciones necesarias para que a partir de residuos orgánicos, los organismos descomponedores fabriquen un abono de alta calidad. El compost es un abono natural formado a través de la descomposición de materiales vegetales y otros restos orgánicos. (Sandra Cuba Checnes R. H., Manual de la Produccion de Compost Organico, 2006)

El compostaje es un proceso bioxidativo que da lugar a un producto orgánico altamente estable. Tambien definido como el proceso biológico

aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. (Laich, 2011)

Durante el proceso de compostaje, se lleva a cabo una compleja sucesión de poblaciones de microorganismos capaces de degradar y/o descomponer la materia orgánica compleja. La descripción de los microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje es complicada, debido a que las poblaciones y las comunidades varían continuamente en función de la evolución de la temperatura, disponibilidad de nutrientes, concentración de oxígeno, contenido de agua, pH, acumulación de compuestos antibióticos, etc. (Laich, 2011)

2.2.1.1 Factores que afectan al proceso de compostaje

- **Temperatura**

Inicialmente todo el material esta a la misma temperatura, pero al crecer los microorganismos se genera calor aumentando la temperatura. El síntoma mas claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que esta compostando, por lo que la temperatura ha sido considerada tradicionalmente como una variable fundamental en el control del compostaje. Por la evolución de la temperatura se puede saber la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación estrecha entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia organica. Asimismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta. También, la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios organismos , conociendo este fenómeno como suicio microbiano. (Liang, 2003)

Cada especie de microorganismo tiene un intervalo de tempertura ideal en el que su actividad es mayor y mas efectiva, para los

microorganismos mesófilos es de 15-40°C y para los termófilos es de 40-70°C. Los microorganismos que resulten beneficiados a una temperatura concreta son los que principalmente descompondrán la materia orgánica del residuo, produciéndose un desprendimiento de calor. (Suler, 1997)

- **Humedad**

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de materia orgánica, la presencia de agua es necesario para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de deshecho de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso. La humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación tanto del oxígeno (ya que el proceso debe desarrollarse en condiciones aerobias), como la de otros gases producidos en la aireación. (Miyatake F., 2006)

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso. El exceso de humedad puede ser reducido con una mayor aireación. A su vez, con un buen control de la humedad y de la aireación, puede llevarse a cabo el control de la temperatura. Esto es debido a que durante el proceso de compostaje se debe llegar a un equilibrio entre los huecos entre las partículas (de tamaño variable) que puedan llenarse de aire o de agua. Por lo tanto, la humedad óptima depende del tipo de residuo. (Haug, The Practical Handbook of Compost Engineering, 1993)

- **pH**

Mediante el pH se puede tener una medida indirecta del control de la aireación del compostaje, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH. Según algunos autores la evolución del pH en el compostaje presenta tres fases. Durante la fase mesófila inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más labil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. En la segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, esto debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y a la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas. Y la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades de tampón, por lo que si el pH se mantiene por encima de 7,5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición. (Sánchez Monedero M. A., 2001)

- **Aireación**

Para el correcto proceso de compostaje es necesario garantizar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios. Las camas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo, hasta el punto de que a una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2% (Ekinci, 2004)

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, produciendo malos olores. El exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos. (Zhu, 2006)

- **Tamaño de partícula**

El tamaño inicial de las partículas que componen la masa a compostar es una importante variable para la optimización del proceso, el desmenuzamiento del material facilita el ataque de los microorganismos y aumenta la velocidad del proceso, un pequeño tamaño de partícula provoca una gran superficie de contacto para el ataque microbiano, también se reduce el espacio entre partículas y aumenta las fuerzas de fricción, esto limita la difusión de oxígeno hacia el interior y de dióxido de carbono hacia el exterior, lo cual restringe la proliferación microbiana y puede dar lugar a un colapso microbiano al ser imposible la aireación por convección natural. También, un producto muy fino no es aconsejable por riesgos de compactación. El tamaño ideal de las partículas es de 2-5 cm. (Haug, The Practical Handbook of Compost Engineering, 1993)

- **Relaciones C/N**

La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrogeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos siendo el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. La relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. La relación C/N ideal de entrada, es decir de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de carbono por una unidad de Nitrogeno, es decir $C(25)/N(1)=25$

Un material que presente una C/N superior a 30, requerirá para su biodegradación un mayor número de generaciones de microorganismos, y el tiempo necesario para alcanzar una relación C/N final entre 12-15 (considerada apropiada para uso agronómico) será mayor. Si el cociente entre estos dos elementos es inferior a 20 se producirán pérdidas importantes de nitrógeno. Los residuos de origen vegetal, presentan por lo general una relación C/N elevada. Las plantas y montes, contienen más nitrógeno cuando son jóvenes

y menos en su madurez. Los residuos de origen animal presentan por lo general una baja relación C/N. (Jhorar, 1991)

Ricos en carbono: hojas, tela de algodón, polvo del suelo, pinos, grama seca, cascaras de nueces, paja, huesos, polvo de aspiradoras, heno, plumas, estiércol, aserrín, pelos caballo, conejo y ovejas, hieros, cenizas de madera.

Ricos en nitrógeno: cascaras de manzana, frijoles, toronjas, cascaras de banana, pan, lechuga, desechos de brócoli, zanahorias, limones, pepinos, melones, hojas de alcachofa, cebollas, peras, base de espárragos, piñas papas, filtros y desechos de café, calabazas, algas, cascaras de huevo, flores, grama verde, residuos de jardín.

Existen materias orgánicas de diferentes procedencias, los cuales poseen un contenido de carbono (total) en relación con el nitrógeno (total). Siendo uno de los factores que garantizan un buen compostaje. (ver tabla 1)

Tabla 1. *Relación de carbono - nitrógeno*

Material	C/N
Residuos de comida	15/1
Madera (según especie)	700/1
Papel	170/1
Pasto fresco	10/1
Pasto seco	19/1
Hojas (según hoja)	Entre 40/1 y 80/1
Desechos de fruta	35/1
Estiercol de vaca descompuesto	20/1
Estiercol de caballo	25/1
Estiercol de cerdo	20/1
Estiercol de ave	15/1
Estierol de oveja	22/1
Tallos de maiz	60/1
Paja de trigo	128/1
Alfalfa	13/1
Humus	10/1
Trebol verde	16/1
Trebol seco	16/1
Rastrojo de leguminosas	15/1
Aserrin	500/1
Carton	560/1

Fuente: Manual para la Elaboración de compost (1999). Organización Panamericana de la Salud.

2.2.1.2 Etapas del proceso de compostaje

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas. Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura. (Pilar Roman M. M., 2013)

- **Fase mesófila**

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. este aumento de la temperatura es debido a la actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días entre 2-8 días.

- **Fase termófila o de higienización**

Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes mas complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60°C aparecen bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar y otros factores.

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatogenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en la material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

- **Fase de enfriamiento o mesófila II**

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. durante esta fase, continua la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40°C, los organismos mesofilos reinician su actividad y el pH del medio desciende nuevamente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

- **Fase de maduración**

Es un periodo de fermentación lenta (puede llegar a durar 2 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va descomponiendo. El reconocimiento se realiza de la siguiente manera:

- Color: oscuro.
- Olor: no desagradable.
- Textura: suave y migajosa.
- Análisis físico químico: concentración de nutrientes.

El proceso de compostaje pasa por 4 etapas, donde los microorganismos presentes actúan como descomponedores pero a una determinada temperatura. Donde en la primera etapa mesófila (0-45°C), la temperatura sube debido a la actividad microbiana donde se utilizan fuentes de N-C generando calor y ácidos orgánicos por lo que el pH baja (4.0-4.5); En la segunda etapa termófila (45-65°C) los microorganismos degradan fuentes de C mas complejas y el nitrógeno es transformado en amoníaco por ello su pH sube (7.5-9.0); En la tercera etapa mesofílica II se agotan las fuentes de C y N y a temperatura cae, donde los microorganismos mesófilos reinician su actividad y el pH desciende (7.5); En la cuarta etapa de maduración se lleva a cabo la fermentación donde la parte menos biodegradable se va

descomponiendo, llegando a una temperatura de 10-15°C y el pH permanece constante. (ver figura 1)

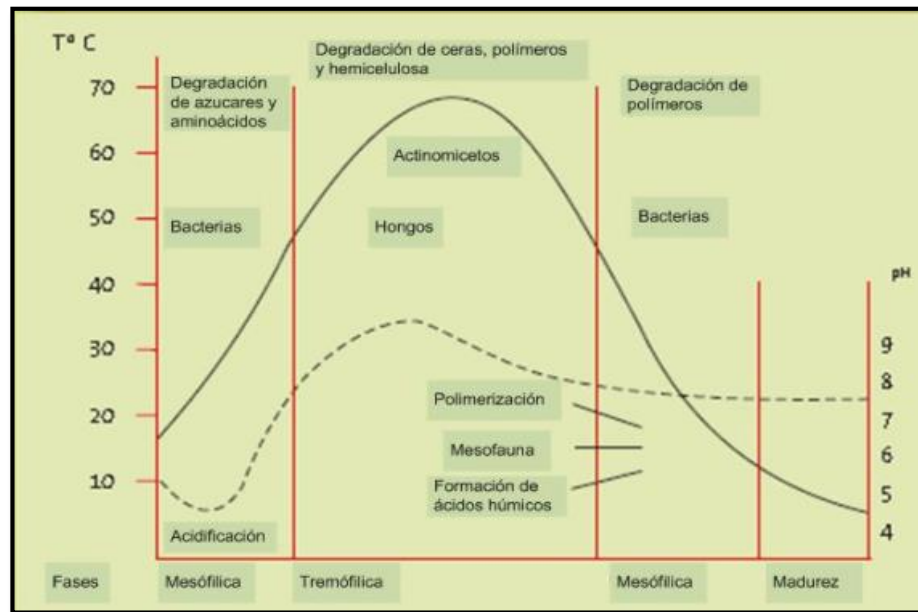


Figura 1. Temperatura y pH en el proceso de compostaje

2.2.1.3 Principales microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje (Laich, 2011)

- **Las bacterias**

Son las más numerosas en el proceso de compostaje, y constituyen entre el 80% y el 90% de los microorganismos existente en el compost. Se trata de un grupo de gran diversidad metabólica, que utilizan un amplio rango de enzimas que degradan químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos. La cuantificación de las bacterias aerobias totales representa, de alguna manera, un índice de actividad biológica. Dentro de este tipo de microorganismos, se puede destacar el grupo de las *Pseudomonas* fluorescentes, constituido por algunas especies de bacterias asociadas a procesos de biocontrol de patógenos de plantas y a procesos de estimulación del desarrollo radicular. La utilización de un compost maduro con una alta población de *Pseudomonas*

fluorescentes, podría actuar como un “estimulador” del desarrollo de las raíces y un “protector” frente a diferentes fitopatógenos.

- **La participación de los actinomicetes**

Durante el proceso de modificación de la materia orgánica del compost es relevante, debido a la capacidad enzimática para degradar compuestos orgánicos complejos (celulosa, lignina, etc.). Asimismo, muchas de las especies que participan en este proceso son tolerantes a las temperaturas que alcanza el compost durante el proceso de degradación aeróbica. Asimismo, los Actinomicetes poseen la capacidad de regular la microbiota rizosférica a través de la producción de antibióticos y otros compuestos.

- **Los hongos filamentosos**

Constituyen un grupo muy amplio. Estos pueden estar implicados durante el proceso de compostaje, participando en la degradación aeróbica de la materia orgánica debido a su alta capacidad lignocelulolítica. Asimismo, se encuentran en el suelo como parte de la microbiota normal, implicados en procesos de degradación y solubilización de compuestos orgánicos complejos y compuestos inorgánicos. En contrapartida muchas especies son causantes de enfermedades de plantas.

2.2.1.4 Materias primas que intervienen en la elaboración de compost

Para la elaboración del compost se puede emplear una gran variedad de materiales, conociendo que cuanto más triturados estén, más rápido se obtendrá el compost; también la materia introducida debe de ser orgánica, es recomendable mezclar materiales de lenta y rápida descomposición (Sandra Cuba Checnes R. H., Manual de la Produccion de Compost Organico, 2006).

- **Materiales de rápida descomposición:** Hojas frescas, restos de la siega de césped, estiércol de animales de corral, malezas jóvenes.

- **Materiales de descomposición lenta:** pedazos de fruta y verdura, bolsas de infusiones, paja y heno viejo, restos de plantas, estiércoles pajizos (caballos, burros y vacas), flores viejas y plantas de macetas, desbroces de setos jóvenes, malezas perennes, lechos de hámster, conejos y otros animales domésticos (herbívoros).
- **Materiales de descomposición muy lenta:** hojas de otoño, desbroces de setos duros, ramas podadas, aserrín y virutas de madera no tratada, cascara de huevo, cascara de frutos secos, lanas e hilos naturales, pelos y plumas, huesos de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas, etc).
- **Otros materiales:** ceniza de madera, cartón, cartones de huevos, servilletas, bolsas, envases de papel, periódicos.
- **No utilizar:** ceniza de carbón, heces de perros y gatos, pañales desechables, revistas ilustradas, restos de aspiradora, filtros de cigarrillos, tejidos sintéticos.

2.2.1.5 Beneficios de la aplicación del compost en el suelo

Los beneficios que se tiene al aplicar compost al suelo, son los siguientes:

Propiedades químicas

- Aumento de la disponibilidad de nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), hierro (Fe) y azufre (S).
- Incremento de la eficiencia de fertilización.
- Estabiliza la reacción del suelo (pH) es decir el índice de acides del suelo.
- Aumenta los macronutrientes y micronutrientes.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

Propiedades físicas:

- Incremento de la capacidad de retención de humedad.
- El compost adopta un color oscuro (marrón, oscuro o negro).
- Retiene energía calorífica.
- Reduce la erosión del suelo.
- Mejora de la porosidad, permeabilidad y aireación del suelo.
- Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Propiedades biológicas:

- Incentiva la actividad microbiana. Actuando como soporte y alimento de los microorganismos.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, etc.; se incrementa y diversifica la flora microbiana como la lombriz *Essenia Foetida* en el humus.

2.2.1.6 Problemas y soluciones en el compostaje

Los malos olores se originan porque el material está mojado o compactado, la solución está en agregar materiales rústicos secos o más carbono. Cuando hace mucho calor, el oxígeno se consume más rápido y la pila se debe agitar o voltear con más frecuencia. Poner tierra sobre la pila contribuirá a absorber olores. Alimentos como carne, grasas o lácteos no deberían ser puestos sobre la pila, puesto que se descomponga, se vuelven rancios y atraen plagas.

Los problemas que se presentan durante el proceso de compostaje, dependen de muchos factores. Así mismo, presentan características con las cuales nos podemos dar cuenta que algo anda mal, pero también existen las soluciones necesarias para mejorar el proceso de compostaje. (ver cuadro N°2)

Tabla 2. *Problemas y soluciones en el compostaje*

Síntoma	Posible Problema	Soluciones
1. Malos olores	a. Demasiado mojado b. Necesita más aire c. Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno	a. Agregue a la pila materiales secos como hojas. b. Voltee la pila para incorporarle mas aire o mezcle materiales que no se compactan para crear espacios de aire. c. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc.
2. La pila tiene olor a amoníaco	a. Demasiados materiales verdes. b. La relación C/N está fuera de balance.	Ayb. Voltee la pila o agregue materiales secos como aserrin o pedazos de madera.
3. El proceso es muy lento	a. Las partículas en la pila de compost son demasiado grandes	a. corte los desechos en pedazos que no sean mayores de 20 a 25 cm, además se puede agregar material compostado para proveer mas microorganismos.
4. La pila no se calienta	a. Falta de nitrógeno b. el area superficial de la pila de compost puede ser muy pequeña.	a. Agregue materiales con nitrógeno como grama verde o desechos vegetales. b. mezcle mas materiales para crear una pila mas grande.
5. El centro esta seco	a. no hay suficiente agua	a. Agregue agua cuando este volteando la pila de compost.

Fuente: Manual para hacer composta Aerobica, Amigos de la Tierra, El Salvador

2.2.1.7 Higienización e inocuidad

Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas durante la fase termofílica, se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida. En esta fase se da la higienización del material. En las fases siguientes podría ocurrir una re-contaminación del material debido a varios factores, como por ejemplo, la utilización de

utensilios contaminados con material fresco, como una pala para el voleto, o añadiendo material fresco después de la fase termófila. La presencia de los patógenos en el compost viene en gran medida por el uso de estiércoles, seguido del uso de aguas contaminadas y de las personas que manipulan el compost. Uno de los métodos para el control de estos es el empleo de temperaturas elevadas, de ahí la importancia en el control del tiempo y temperatura de la fase termofílica (Bernal MP, 2009).

En el compostaje existen microorganismos patógenos los cuales provienen de las excretas de los animales, siendo eliminados a un determinado tiempo y temperatura. (ver tabla 3)

Tabla 3. *Temperaturas necesarias para la eliminación de algunos patógenos*

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
Salmonella spp	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
Escherichia coli	55°C	1 hora
	54°C	15-20 minutos
Brucella abortus	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
Parvovirus bovino	55°C	1 hora
Huevos de Ascaris lumbricoides	55°C	3 días

Fuente: Jones and Martín, 2003

2.2.2 Microorganismos Eficientes (EM)

También llamados EM de Effective microorganisms, los cuales son beneficiosos y efectivos.

Los microorganismos eficientes (EM), fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias

fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería. (Takashi Kyan, 1999)

El Profesor Higa usaba grandes cantidades de químicos y fertilizantes para la agricultura y por el contacto con estos sufrió de enfermedades como urticaria y alergias. Estos antecedentes lo hicieron iniciar investigaciones sobre alternativas para el uso de los productos químicos. Para su investigación, recogió 2000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos a los seres humanos y que no tuvieran efectos dañinos al medio ambiente. Resultaron ser los mismos usados durante años en los procesos alimenticios y destilación de alcohol. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como acondicionador del suelo, catorce años después de haber comenzado su investigación. (Takashi Kyan, 1999)

2.2.2.1 Principales microorganismos presentes en el EM (EMRO USA, 1998)

- **Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas spp*)**

Las bacterias fototróficas, son un grupo de microbios independientes y autosuficientes, los cuales sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos benéficos.

Las bacterias fotosintéticas transforman las sustancias que producen olores desagradables (metano, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoníaco, etc.) en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que no son nocivos para el hombre.

- **Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*)**

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos producidos por las bacterias fototróficas y levaduras. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas con bacterias Ácido lácticas desde tiempos remotos. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como fusarium, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como fusarium debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reducen las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y dispersión de fusarium, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos.

- **Levaduras (*Saccharomycetes spp.*)**

Las levaduras son microorganismos que sintetizan sustancias antimicrobiales, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de plantas. En tanto la levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos. Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras promueven la división activa

celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetes.

Las diferentes especies de microorganismos eficientes tienen sus respectivas funciones. Se puede aplicar a muchos ambientes para descomponer la materia orgánica. Están diseñados no genéticamente, no son patógenos, no son perjudiciales y no son sintetizados químicamente. La tecnología microorganismos eficientes implica crecimiento, la aplicación, la gestión y el restablecimiento de altas poblaciones de los microorganismos beneficiosos en un entorno o sistema. Es una tecnología natural y orgánica que es útil en numerosas formas de beneficiar a la humanidad. Su uso se está extendiendo en aplicaciones de diversos campos que ambiciosamente se promueven como un medio para resolver muchos de los problemas del mundo. Algunas de las demandas de las aplicaciones de EM incluyen agrícola sostenible, industriales, salud, control de olores, gestión de residuos y remediación ambiental.

2.2.2.2 Aplicaciones de microorganismos eficientes

La aplicación de microorganismos eficientes es amplia, y se desarrolla en diferentes campos (OISCA, 2009)

- **En semilleros**

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

- **En las plantas**

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los

cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

- **En los suelos**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se enmarcan en:

- Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

- **En la agricultura**

El mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.

- **En la ganadería**

- Reducción de malos olores asociados con los animales de fincas.
- Reducción de stress, infección y enfermedades en los animales.
- Mejoramiento en la calidad de la carne.
- Mayor fertilidad en la inseminación artificial.
- Reducción de mortalidad de recién nacidos.
- Boñiga como fertilizante y ausencia de malos olores.

- **Medio Ambiente**

- Tratamiento de residuos orgánicos de las cocinas para fermentarlas en fertilizante orgánico natural.
- Tratamiento de aguas negras para recircularlas al sistema general de aguas para uso normal en limpieza.
- Tratamiento de aguas contaminadas en lagos y lagunas reviviendo la fauna y la flora. Aumento de la eficiencia para la combustión de motores de vehículo, mayor millaje y disminución de la emisión de gases.

2.2.2.3 Ventajas de la adición de microorganismos al compostaje (OISCA, 2009)

- Aceleración del incremento de las temperaturas, manteniéndose en la etapa termofílica el proceso, independiente de la aireación y las condiciones ambientales.
- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacales y mercaptanos). Adicionalmente, evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, ya que durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.
- Acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional (5 -8 semanas).

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Abonado: Acción o proceso cuya finalidad es hacer que la tierra sea fértil o productiva. Aplicación de fertilizante, ya sea sintético o natural.

Abono orgánico: El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada.

Aeróbico: Proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico.

Amonio: Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra reducido y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con mas facilidad por volatilización.

Anaeróbico: Proceso que ocurre en ausencia de oxígeno. Si esto ocurre durante el proceso de compostaje, éste se ralentiza y se pueden desprender malos olores, como consecuencia de procesos de pudrición.

Bacterias termófilas: Grupo de bacterias que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 40°C a 70°C.

Compost maduro: Compost que ha finalizado todas las etapas del compostaje.

Compost semimaduro: Compost que no ha terminado la etapa termófila del proceso de compostaje.

Descomposición: Degradación de la materia orgánica.

Estiércol: Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua.

Humificación: Es el proceso de formación de ácidos húmicos y fúlvicos, a partir de la materia orgánica mineralizada.

Humus: Materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó. Por tanto, el término humus se refiere a cualquier materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura para enmendar el suelo.

Inoculante: Concentrado de microorganismos que aplicado al compost, acelera el proceso de compostaje. Un compost semimaduro puede funcionar de inoculante.

Inorgánico: Sustancia mineral.

Lavado o lixiviación de nitratos: Cuando el agua entra en contacto con fertilizantes nitrogenados o con estiércol, puede disolver los nitratos y otros

componentes solubles del estiércol y transportarlos disueltos en su seno cuando se infiltra en el suelo y desciende hasta las aguas subterráneas. En suelos con capas freáticas altas y altas velocidades de percolación es más probable que el agua contaminada alcance las aguas subterráneas.

Macroorganismos: Organismos vivos que pueden ser observados a simple vista (arañas, lombrices, roedores, hormigas, escarabajos...). También se denomina mesofauna.

Materia orgánica: Residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo.

Microorganismos: Organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actinobacterias, protozoos como nemátodos etc.).

Microorganismos mesófilos: Grupo de bacterias, y hongos (levaduras u hongos filamentosos) que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 30°C a 40°C.

Mineralización: Transformación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos y la liberación de formas inorgánicas esenciales para el desarrollo de las plantas.

Nitrato: Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra oxidado y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con mas facilidad por lixiviación.

Nitrógeno: Elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos organicos), o inorgánica (nitrato o amonio).

Orgánico: Un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión sustancia orgánica no equivale a sustancia natural. Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono.

Patógeno: Microorganismo capaz de producir una enfermedad. Puede ser fitopatógeno, cuando la enfermedad se produce en plantas, o patógenos humanos o animales.

Reciclaje de nutrientes: ciclo en el que los nutrientes orgánicos e inorgánicos, se transforman y se mueven en el suelo, los organismos vivos, la atmósfera y el agua. En la agricultura, se refiere al retorno al suelo de los nutrientes absorbidos del mismo por las plantas. El reciclaje de nutrientes puede producirse por medio de la caída de hojas, la exudación (secreción) de las raíces, el reciclaje de residuos, la incorporación de abonos verdes, etcétera.

Relación C/N: cantidad de carbono con respecto a la cantidad nitrógeno que tiene un material.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

- **Afirmativa**

La eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, puede ser medido mediante microorganismos eficientes presentes en la col china.

Nula

La eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, no puede ser medido mediante microorganismos eficientes presentes en la col china.

2.4.2 Hipótesis específica

- **Afirmativa**

El pH obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El pH obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

La relación C/N obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La relación C/N obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

La materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

La humedad obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La humedad obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

El nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

El fósforo obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El fósforo obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

El calcio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El calcio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

El magnesio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El magnesio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

El potasio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El potasio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

Las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

Las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

- **Afirmativa**

La materia seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La materia seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

2.5 VARIABLES

2.5.1 Variable dependiente

Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios.

2.5.2 Variable independiente

Microorganismos eficientes presentes en la col china.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

TITULO DE TESIS: “EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA, JULIO 2017 – JULIO 2018”

TESISTA: Bach. July Roxana Inga Alcantara

Tabla 4. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios	Análisis físico-químico	<ul style="list-style-type: none">- pH (1:1)- Humedad (%)- Materia orgánica (%)- Relación C/N (%)- Nitrógeno (%)- Fósforo (%)- Potasio (%)- Calcio (%)- Magnesio (%)- Cenizas en base seca (%)- Materia seca (%)
Microorganismos eficientes presentes en la col china	Análisis microbiológico	<ul style="list-style-type: none">- % de bacterias ácido lácticas presentes.- % de levaduras y hongos presentes

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación utilizado fue el experimental, el cuál consistió en el manejo de las variables consideradas en el proyecto de investigación, donde se recopilaban datos de campo, mediante monitoreos interdiarios, análisis físico-químico y microbiológico.

3.1.1 Enfoque

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que se recolectó los residuos orgánicos pecuarios para llevar a cabo el proceso de compostaje, en los que fueron aplicados microorganismos eficientes.

3.1.2 Alcance o nivel

El nivel del estudio realizado según su naturaleza de investigación es correlacional, ya que la variable dependiente e independiente están sugetadas entre si, esto debido a que la eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios depende de los microorganismos eficientes presentes en la col china.

3.1.3 Diseño

El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorizado con tres (3) tratamientos y dos (2) repeticiones haciendo un total de seis (6) unidades experimentales.

Asimismo, se analizó la variable independiente (microorganismos eficientes presentes en la col china), y se midió la variable dependiente (eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios), finalmente se comparó con los otros dos tratamientos los cuales son: microorganismos eficientes (microorganismos eficientes comercial) y el testigo (sin ninguna aplicación).

Esquema del diseño

Se utilizó el esquema del análisis estadístico: El análisis de varianza (ANOVA) que tiene las siguientes características:

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F_{exp}
Entre tratam.	$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^I y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{IJ} = SCTr$	$I - 1$	\hat{S}_{Tr}^2	$\hat{S}_{Tr}^2 / \hat{S}_R^2$
Entre bloques	$\frac{1}{I} \sum_{j=1}^J y_{.j}^2 - \frac{y_{..}^2}{IJ} = SCBl$	$J - 1$	\hat{S}_{Bl}^2	$\hat{S}_{Bl}^2 / \hat{S}_R^2$
Residual	$SCT - SCTr - SCBl = SCR$	$(I - 1)(J - 1)$	\hat{S}_R^2	
TOTAL	$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{IJ}$	$IJ - 1$	\hat{S}_T^2	

FUENTES DE VARIACION

G. L

Entre tratamientos	(I - 1)	(3-1)	(2)
Entre tiempos	(J - 1)	(3 -1)	(2)
Error	(I - 1) (J-1)	(2) (2)	(4)

TOTAL	(IJ - 1)	(3x3-1)	(8)
--------------	-----------------	----------------	------------

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

En esta investigación no se utilizó población de personas; sino se trabajó con insumos vegetales (EM-col china) y comerciales (EM). Cada tratamiento estuvo formado por rastrojos de alfalfa, chala, **estiércol de vacunos, ovinos, camélidos y equinos**, cada cama compostera tuvo un peso de 600 Kg, haciendo un total de 3600 Kg.

3.2.2 Muestra

Se tomó una (1) muestra por cada tratamiento (T0, T1 y T2), cada tratamiento tuvo dos (2) repeticiones, en tres (3) etapas diferentes (inicial, intermedio y final), para su respectivo análisis de los diferentes parámetros a evaluar.

En conclusión se tomaron trece (13) muestras: una (1) muestra inicial, seis (6) muestras intermedias y seis (6) muestras finales.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RELACIÓN DE DATOS

3.3.1 Para la recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se aplicaron las siguientes técnicas:

3.3.1.1 Localización del ensayo:

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la Región Huánuco a 377 km de Lima, en el distrito de Pillco Marca a 1,934 msnm.

Distrito: Pillco Marca

Provincia: Huánuco

Región: Huánuco



Figura 2. Ubicación de la investigación

3.3.1.2 Clima

El Distrito de Pillco Marca posee un clima en promedio templado seco, el cual varía de acuerdo a la latitud de la zona.

Tabla 5. *Estaciones Climáticas del Distrito de Pillco Marca – Huánuco*

Estaciones climáticas	Meses	Temperatura parte baja	Temperatura Parte Alta
Verano	Julio - Agosto	29.5 °C	24 °C
Invierno	Noviembre - Abril	18 °C	10 °C
Primavera	Setiembre – Octubre	22 °C	19 °C
Otoño	Mayo - Junio	18 °C	16 °C

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado Distrital 2011-2030 de Pillco Marca

Tabla 6. *Ubicación geográfica del proyecto*

Nombre	Coordenadas			Área estimada
	Referencial UTM (WGS 84)			
	Norte	Este	Altitud	
Campo de compostaje	8899199	362741	1934	100.8 m3

3.3.1.3 Tratamientos aplicados

a. Factor tratamiento

- T0: Tratamiento sin aplicación de microorganismos eficientes.
- T1: Tratamiento con aplicación de microorganismos eficientes - comercial.
- T2: Tratamiento con aplicación de microorganismos eficientes presentes en la col china.

Tabla 7. *Nomenclatura y descripción de tratamientos*

N° Tratamiento	Descripción
T0	Tratamiento en blanco (Sin EM)
T1	Tratamiento con 4 capas + 3.200 Lt. de EM
T2	Tratamiento con 4 capas + 3.200 Lt. de EM de la col china

b. Características del área de compostaje

- Numero de bloques: 02
- Numero de tratamientos por bloques: 03
- Número de unidades experimentales: 06
- ÁREA DE UNIDADES EXPERIMENTALES : 2.16 m³
- Ancho: 1.50 m
- Largo: 1.20 m
- Alto: 1.20 m
- ÁREA TOTAL DEL ENSAYO: 100.8 m³
- Ancho: 6.0 m
- Largo: 5.6 m
- Alto: 3 m

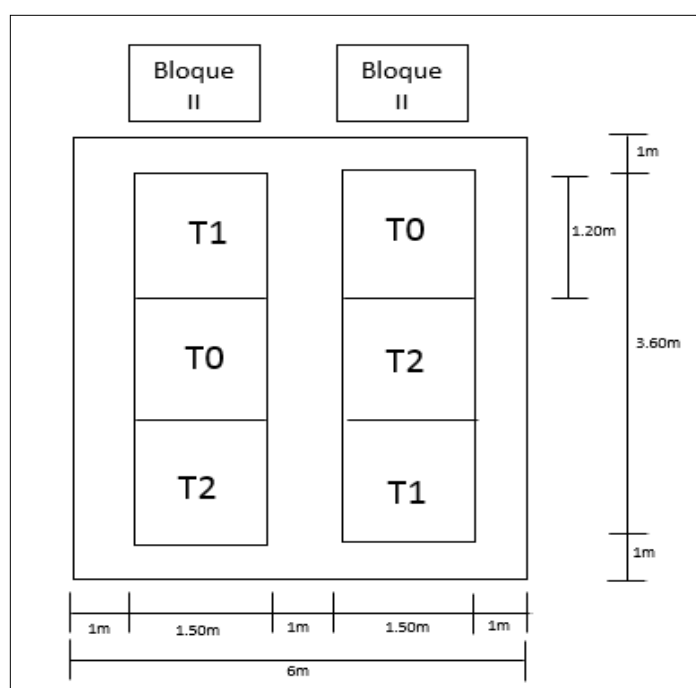


Figura 3. Croquis del campo experimental

c. Factor tiempo de medición del proceso de compostaje

- **Tiempo inicial:** El proceso de compostaje inició el día sábado 6 de enero del 2018 hasta el día jueves 18 de enero del 2018.
- **Tiempo intermedio:** El proceso de compostaje intermedio se desarrollo desde el día sábado 20 de enero del 2018 hasta el día jueves 1 de febrero del 2018.
- **Tiempo final:** El proceso de compostaje final se desarrollo desde el día sábado 3 de febrero del 2018 hasta el día sábado 17 de febrero de 2018.

3.3.1.4 Materiales

3.3.1.4.1 Microorganismos eficientes (*Rhodopseudomonas spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Saccharomycetes spp.*)

Contiene una mezcla de un conjunto de microorganismos benéficos, los cuales son: Bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fototróficas, actinomicetes.

3.3.1.4.2 Microorganismos eficientes presentes en la col china (*Lactococcus spp.*, *Saccharomycetes spp.*)

La col china contiene microorganismos benéficos los cuales son de origen natural sin manipulación genética los cuales son: Bacterias ácido lácticas, mohos, levaduras.

Estos microorganismos se obtuvieron de la inoculación de col china, siendo enviada una muestra a la ciudad de Lima – La Molina Calidad Total Laboratorios para su identificación.

3.3.1.4.3 Área del proyecto

a. Características del área

La investigación fue conducida en un área que pertenece al establo de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad

Nacional Hermilio Valdizan, fue construido con materiales básicos de madera, techo con calaminas, triplay y plásticos.

Las dimensiones del área fueron:

- Ancho: 6.0 metros
- Largo : 5.6 metros
- Alto : 3 metros



Figura 4: Área donde se realizó la investigación

b. Materiales utilizados en el área de la investigación

La lista de los materiales que se utilizó para poder llevar a cabo el proyecto es:

- Calaminas 80 x 1.20 m
- Listones de madera 4" x 2" x 3 m
- Estacas de madera 2" x 2" x 1.80 m
- Estacas de madera 2" x 2" x 40 cm
- Clavos 4"
- Planchas de triplay de 1.20 x 1.50 m
- Clavos para madera 2"
- Plásticos dobles para compostaje

3.3.1.4.4 Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición que fueron utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- 1 pH-metro digital.
- 1 Termometro tipo espiga.
- 1 Termo-higrometro digital.
- 1 Medidor de suelo 3 en 1.
- 1 Brixómetro.
- 1 Balanza de 200 kg.

3.3.1.4.5 Insumos

a. T0: Proceso de compostaje sin aplicación de microorganismos eficientes.

- No contiene ningún tipo de insumo, ya que es tratamiento en blanco.

b. T1: Proceso de compostaje con aplicación de microorganismos eficientes.

- Microorganismos eficientes.
- Melaza de caña de azúcar.
- Agua

c. T2: Proceso de compostaje con aplicación de microorganismos eficientes presentes en la col china

- Col china.
- Sal.
- Agua.
- Higado.

3.3.2 Para la presentacion de datos

3.3.2.1 Métodos

a. Reproducción de la Cepa madre – T1

Una vez adquirido el caldo microbiano, al cual se le llamará “Cepa Madre” (*Rhodopseudomonas spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Saccharomycetes spp.*), se procederá a la reproducción de los

microorganismos para lo cual se necesitará utilizar la siguiente proporción mostrada en la tabla 8.

Tabla 8. *Insumos para constitución de la cepa de microorganismos (Rhodopseudomonas spp., Lactobacillus spp., Saccharomycetes spp.)*

Insumos	Cantidad
Cepa madre	2 L
Agua	36 L
Melaza	2 L
Total de Cepa Reproducida	40 L

Las cepas resultantes del proceso de reproducción a partir de la cepa madre se llamaran EMA “microorganismo eficiente activado”, una vez realizada la reproducción se deberá esperar un periodo de tiempo de 7 a 10 días a una temperatura entre 25 y 40°C, el culminar el mencionado periodo poseera un olor agridulce y su pH debe ser menor a 3.8, debe ser usado antes de los 60 días de lo contrario perderá su efectividad. (Desarrollo, 2009)

b. Extracción y reproducción de los microorganismos eficientes presentes en la col china – T2

En este caso para conseguir un caldo microbiano se tendrá como ingrediente primordial las hojas de la col china, que también será llamado cepa madre (*Lactobacillus spp., Saccharomycetes spp.*), la misma que para su reproducción se necesitara utilizar la siguiente proporción mostrada en la tabla 9.

Tabla 9. *Insumos para constitución de la cepa de microorganismos (Lactobacillus spp., Saccharomycetes spp.)*

Insumos	Cantidad
Hojas de col china	50 hojas
Melaza de caña de azúcar	6 L
Agua	34 L
Higado	100 gr
Sal	1 cucharadita
Total de Cepa	40 L
Reproducida	

Para que se realice la reproducción se deberá de esperar de 10 a 14 días, donde se podrá realizar mediciones de pH dando un valor ácido de 3.5. Una característica organoléptica de que la cepa se encuentra lista para la siguiente etapa es que posee un olor a fermento con presencia de una natilla con espesor de 2 cm de grosor aproximadamente.

3.3.2.2 Proceso de compostaje

A continuación se describe los pasos que se siguieron para el desarrollo y conducción de esta investigación:

a. Recolección y caracterización de los residuos orgánicos pecuarios

En primer lugar se realizó el análisis de recolección de la fuente de residuos orgánicos pecuarios, por lo que en cada cama de compostaje y/o tratamiento ingresó un peso de 600 kilogramos de excretas, siendo 6 camas composteras, llegando a un total de 3600 kilogramos para realizar el proceso de compostaje.

Teniendo como producto de la fuente “Establo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia”, los residuos orgánicos pecuarios de ovinos (ovejas), equinos (caballos), bovinos (vacas), camélidos sudamericanos (llamas).

Para realizar el armado de las camas de compostaje se realizó mecánicamente la homogenización de las excretas.

Tabla 10. *Cantidad de residuos orgánicos pecuarios por tratamiento*

Bloques	Tratamientos	Origen de estiércol	Peso inicial por tratamiento
Bloque I	T0 - blanco	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
	T1 - EM	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
	T2 – EM de la col china	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
Bloque II	T0 - blanco	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
	T1 - EM	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
	T2 – EM de la col china	Caballo+oveja+llama+vaca	600 kg
Total			3600 kg

El principal producto de la fuente de residuos orgánicos pecuarios fueron las excretas de los diferentes animales mencionados en el cuadro 10, las cantidades generados diariamente y semanalmente fueron las siguientes:

Tabla 11: *Residuos orgánicos pecuarios generados semanalmente*

Origen de estiércol	Número de animales	Producción diario por animal (kg)	Producción semanal (kg)
caballo	3	8	168
oveja	3	2	42
llama	7	2	98
vaca	10	22	1540
Total de producción de estiércol por semana			1848

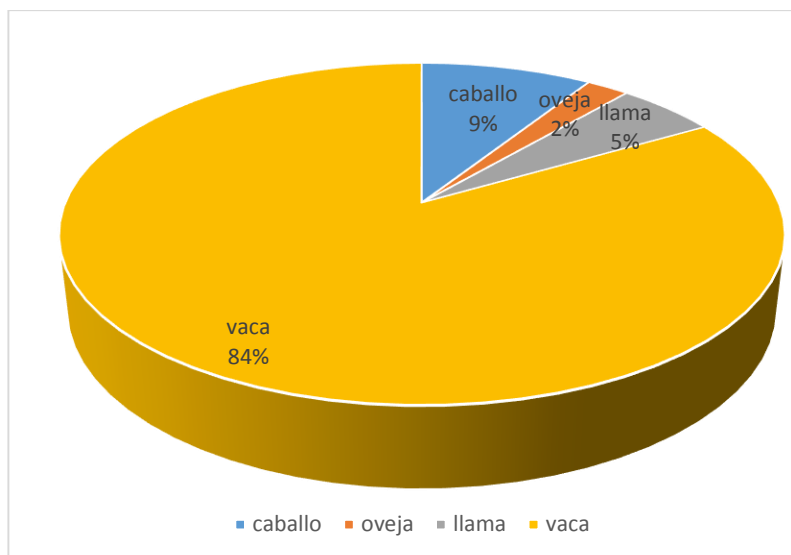


Figura 5. Caracterización de residuos orgánicos pecuarios

b. Proceso de compostaje

- **Tratamiento 0: Testigo**

1er Paso:

Se colocó un plástico grueso para compostaje.

2do Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

3er Paso:

Se esparció 10 litros de agua con la regadera.

4to Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

5to Paso:

Se esparció 10 litros de agua con la regadera.

6to Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

7mo Paso:

Se esparció 10 litros de agua con la regadera.

8vo Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

9no Paso:

Finalmente se esparció 10 litros de agua con la regadera, formándose una cama de compostaje de 1.20 m de altura.

- **Tratamiento 1: Microorganismos eficientes**

1er Paso:

Se colocó un plástico grueso para compostaje.

2do Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

3er Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

4to paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

5to Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

6to Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

7mo Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

8vo Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

9no Paso:

Finalmente se tomó 800 ml del caldo de inoculación de EM y con la regadera se cubrió toda la cuarta capa, seguidamente se regó 8 litros de agua, formándose una cama de compostaje de 1.20 m de altura.

- **Tratamiento 2: Microorganismos eficientes presentes en la col china**

1er Paso:

Se colocó un plástico grueso para compostaje.

2do Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

3er Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM presentes en la col china y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

4to paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

5to Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM presentes en la col china y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

6to Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

7mo Paso:

Se tomó una dosis de 800 ml del caldo de inoculación de EM presentes en la col china y con la regadera se cubrió toda la primera capa, seguidamente se regó 8 litros de agua.

8vo Paso:

Se colocó 150 kg de residuos orgánicos pecuarios de 30 cm de altura.

9no Paso:

Finalmente se tomó 800 ml del caldo de inoculación de EM presentes en la col china y con la regadera se cubrió toda la cuarta capa, seguidamente se regó 8 litros de agua, formándose una cama de compostaje de 1.20 m de altura.

-Estiércol de animales: ovejas, llamas, vacas y caballos.
-Análisis de la muestra inicial en el laboratorio de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

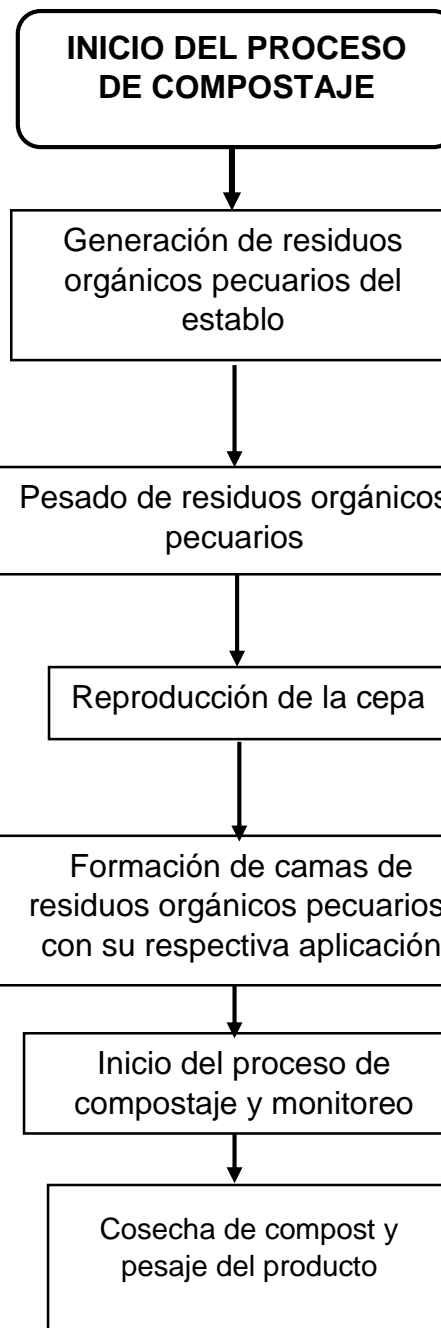
Peso de materia inicial:
3600 kg

Microorganismos eficientes:

- Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*)
- Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)
- Levaduras (*Saccharomycetes spp.*)

Tiempo de proceso: 6 semanas

-Peso del compost obtenido.
-Análisis de las muestras en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



Microorganismos eficientes presentes en la col china:
-Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)
-Levaduras (*Saccharomycetes spp.*)

Analizado en La Molina Calidad Total Laboratorios.

3.3.3 Para el análisis e interpretación de los datos

3.3.3.1 Medición de Parámetros

Se realizaron las respectivas mediciones interdiarios de los parámetros, así como también antes de cada volteo, hasta el día de la cosecha (42 días), los volteos se realizaron semanalmente (sábados).

El monitoreo de los parámetros se realizó al finalizar la conformación de las camas de compostaje, antes de cada volteo y antes de la cosecha. Las lecturas de los parámetros se realizó en ambos (02) extremos de cada cama de compostaje.

a. Medición de Temperatura - 1er Parámetro

En la fase inicial del proceso de compostaje la temperatura se encuentra a temperatura ambiente, donde se lleva a cabo la descomposición de los materiales como azúcares, proteínas, almidones y hemicelulosas.

Luego ocurre la segunda etapa, donde la temperatura es mas alta en el que actúan los microorganismos termófilos descomponiendo la materia orgánica del residuo, produciendo un desprendimiento de calor, donde se degradan los materiales como celulosa y lignina. (PANTOJA, 2013)

Finalmente ocurre la degradación de polímeros y formación de sustancias húmicas.

La medición de la temperatura se realizó con dos (02) diferentes equipos: un (01) termómetro tipo espiga y un (01) termo-higrómetro digital.

b. Medición de pH – 2do parámetro

El pH influye directamente, al igual que la temperatura pasa por tres diferente etapas, donde en la primera fase el pH baja debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica, en la segunda etapa el pH asciende debido a la perdida de ácidos orgánicos y a la generación de amoníaco y en la tercera etapa el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos. (MARQUEZ, 2002)

La medición del pH se realizó con dos (02) diferentes equipos: un (01) pH-metro digital y un (01) medidor de suelo 3 en 1.

c. Humedad – 3er parámetro

Se realizó la medida de la humedad con la ayuda de dos (02) diferentes equipos: un (01) termo-higrómetro digital y un (01) medidor de suelo 3 en 1 que mide la humedad relativa en porcentaje.

3.3.3.2 Cosecha

El proceso de cosecha viene a ser el proceso primordial, ya que es donde se dará a conocer los resultados. El esfuerzo realizado en todo el proceso será reflejado en el éxito de los resultados.

La cosecha se da a culminar a los cuarenta y dos (42) días del proceso de compostaje, realizándose el pesaje para evaluar diferencia (reducción) de la materia con respecto a la que ingresó.

El producto (compost) de cada cama de compostaje pasará por una zaranda, la cual ayudará a separar el abono obtenido y los grumos de materia aun no descompuesta para evaluar las productividades alcanzadas.

$$\text{Rendimiento}(\%) = 100 \times \frac{\text{material final}}{\text{material inicial}}$$

Tabla 12: Cosecha del compost por tratamientos

Bloques	Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Rendimiento
I	T0	600	350	58.33
	T1	600	350	58.33
	T2	600	350	58.33
II	T0	600	350	58.33
	T1	600	350	58.33
	T2	600	350	58.33
Total		3600	2100	349.98

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Los resultados descriptivos de la evaluación de un conjunto de compostajes se muestran a continuación.

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MONITOREADOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

a. Resultados del monitoreo de la temperatura

Tabla 13. *Datos procesados de la temperatura*

Tratamientos Tiempo	T1	T2	T0
Inicio	43.02	41.50	43.59
Intermedio	49.08	48.47	47.25
Final	28.79	29.36	28.79
Total	120.89	119.33	119.63
Promedio	40.30	39.78	39.88

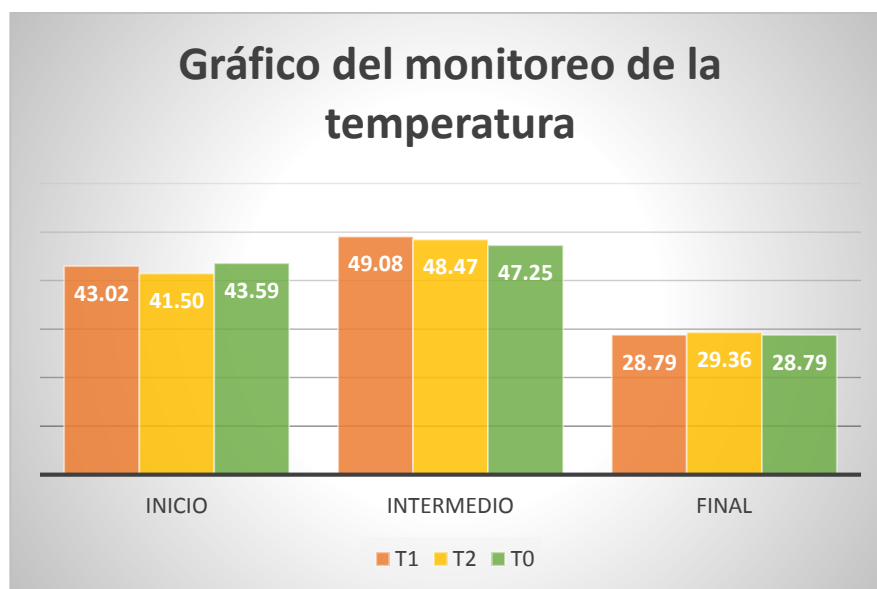


Figura 6. Evaluación de la temperatura respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 14. *Análisis de varianza de la temperatura*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	591.256	295.628033	308.6908	6.94427191	* *
Columnas	2	0.457	0.2284	0.2385	6.94427191	Ns
Error	4	3.831	0.9577			
Total	8	595.544				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 14). Los resultados de la temperatura, nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

b. Resultados del monitoreo de la humedad

Tabla 15. *Datos procesados de la humedad*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	34.33	34.00	34.42
Intermedio	48.25	49.08	48.67
Final	44.00	44.50	44.00
Total	126.58	127.58	127.09
Promedio	42.19	42.53	42.36

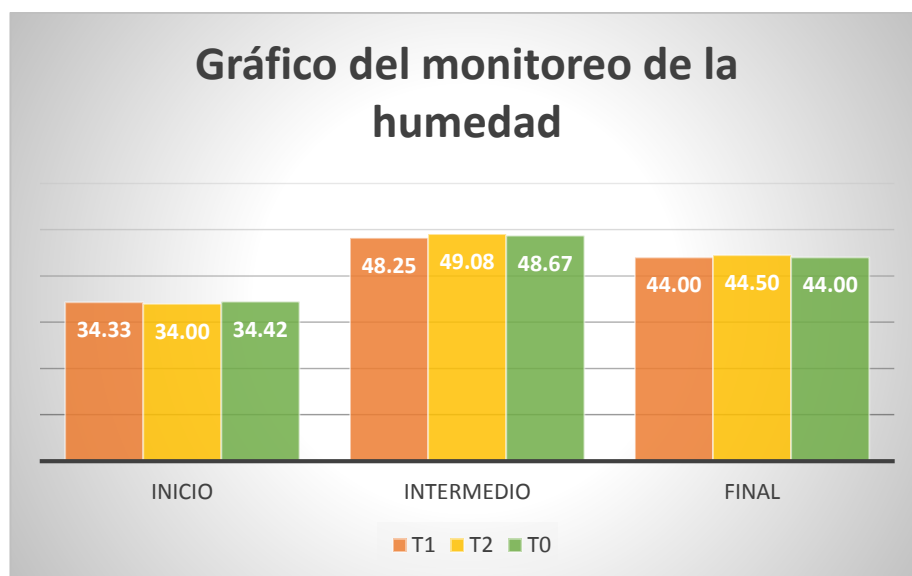


Figura 7. Evaluación de la humedad respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 16. *Análisis de varianza de la humedad*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	326.431	163.215278	1476.2449	6.94427191	* *
Columnas	2	0.167	0.08334444	0.7538	6.94427191	Ns
Error	4	0.442	0.1106			
Total	8	327.039				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 16). Los resultados de la humedad, nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

c. Resultados del monitoreo del pH

Tabla 17. *Datos procesados del pH*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	7.56	7.59	7.53
Intermedio	8.90	8.85	8.85
Final	9.12	9.19	9.21
Total	25.58	25.63	25.59
Promedio	8.53	8.54	8.53

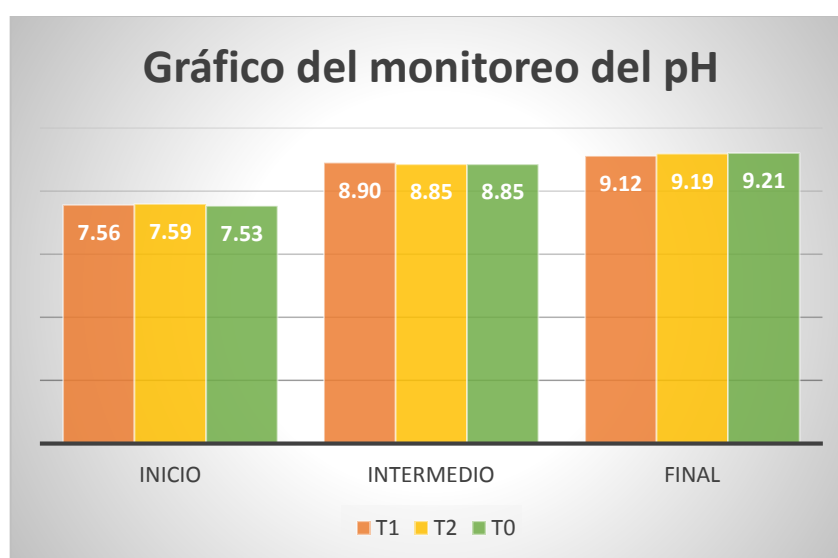


Figura 8. Evaluación del pH respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 18. *Análisis de varianza del pH*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	4.404	2.20213333	1179.7143	6.94427191	* *
Columnas	2	0.000	0.00023333	0.1250	6.94427191	Ns
Error	4	0.007	0.0019			
Total	8	4.412				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 18). Los resultados del pH, nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

4.1.2 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE, ANALIZADOS EN EL LABORATORIO.

a. Resultados del pH

Tabla 19. *Datos procesados del pH*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	6.91	6.91	6.91
Intermedio	9.575	9.705	9.78
Final	9.49	9.66	9.66
Total	25.975	26.275	26.35
Promedio	8.658	8.758	8.783

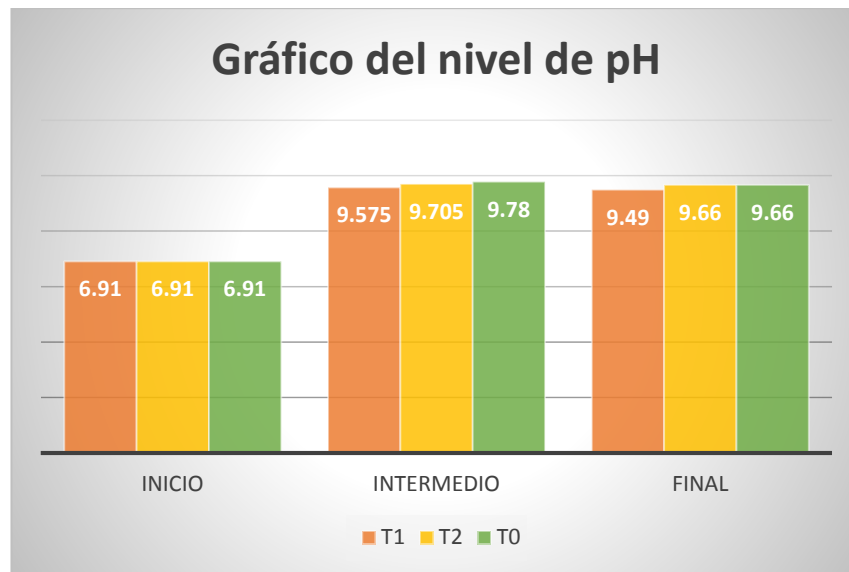


Figura 9. Evaluación del pH respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 20. Análisis de varianza del pH

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	14.971	7.48543335	2060.2115	6.94427191	* *
Columnas	2	0.026	0.013125	3.6124	6.94427191	Ns
Error	4	0.015	0.0036			
Total	8	15.012				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 20). Los resultados del pH nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

b. Resultados de la relación C/N

Tabla 21. Datos procesados de la relación C/N

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	17.4	17.4	17.4
Intermedio	6.965	6.6	8.285
Final	7.375	6.46	7.09
Total	31.74	30.46	32.775
Promedio	10.580	10.153	10.925

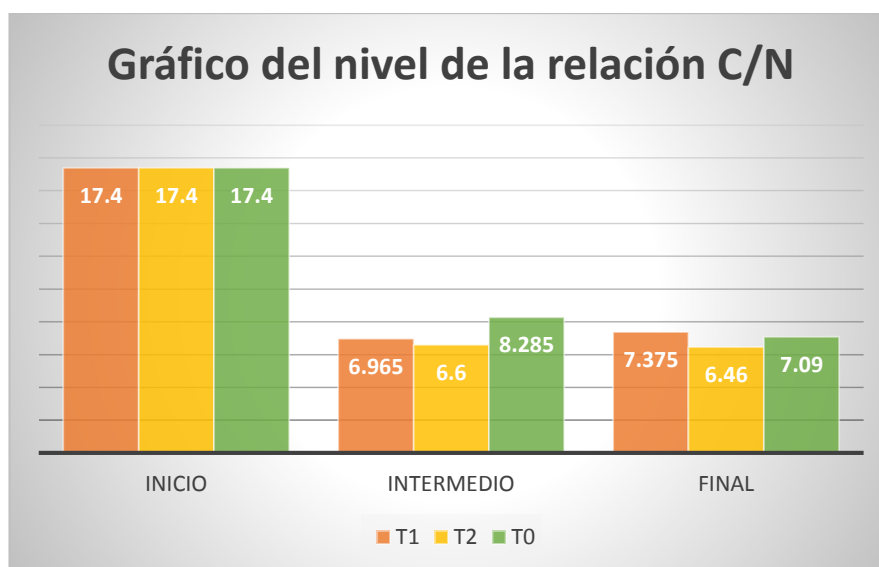


Figura 10. Evaluación de la relación C/N respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 22. *Análisis de varianza de la relación C/N*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	211.123	105.5613194	379.1960	6.94427191	* *
Columnas	2	0.897	0.448269444	1.6103	6.94427191	Ns
Error	4	1.114	0.2784			
Total	8	213.133				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 22). Los resultados de la relación C/N nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

c. Resultados de la materia orgánica en base seca

Tabla 23. *Datos procesados de la materia orgánica en base seca*

Tratamientos Tiempo	T1	T2	T0
Inicio	56.07	56.07	56.07
Intermedio	39.175	36.415	40.01
Final	33.865	31.05	28.97
Total	129.11	123.535	125.05
Promedio	43.037	41.178	41.683

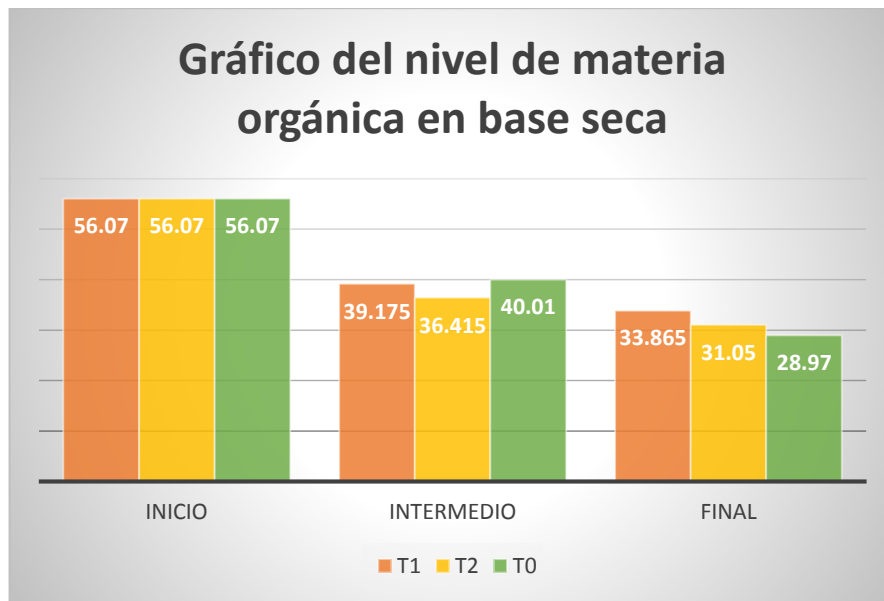


Figura 11. Evaluación de la materia orgánica en base seca respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 24. Análisis de varianza de la materia orgánica en base seca

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	973.729	486.8643861	143.0878	6.94427191	* *
Columnas	2	5.540	2.769969444	0.8141	6.94427191	Ns
Error	4	13.610	3.4026			
Total	8	992.879				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 24). Los resultados de la materia orgánica en base seca nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

d. Resultados de la humedad

Tabla 25. Datos procesados de la humedad

Tratamientos			
Tiempo	T1	T2	T0
Inicio	16.99	16.99	16.99
Intermedio	51.85	51.93	45.01
Final	47.505	47.955	42.155
Total	116.345	116.875	104.155
Promedio	38.782	38.958	34.718

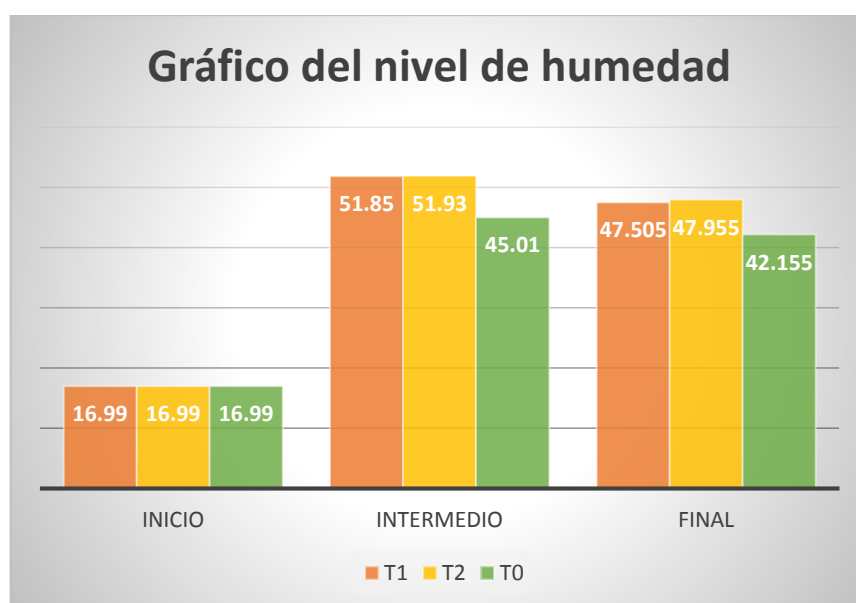


Figura 12. Evaluación de la humedad respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 26. Análisis de varianza de la humedad

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	1911.221	955.610503	214.0028	6.94427191	* *
Columnas	2	34.519	17.2597444	3.8652	6.94427191	Ns
Error	4	17.862	4.4654			
Total	8	1963.602				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 26). Los resultados de la humedad nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

e. Resultados del nitrógeno

Tabla 27. Datos procesados del nitrógeno

Tratamientos Tiempo	T1	T2	T0
Inicio	1.87	1.87	1.87
Intermedio	3.275	3.2	2.76
Final	2.735	2.785	2.36
Total	7.88	7.855	6.99
Promedio	2.627	2.618	2.330

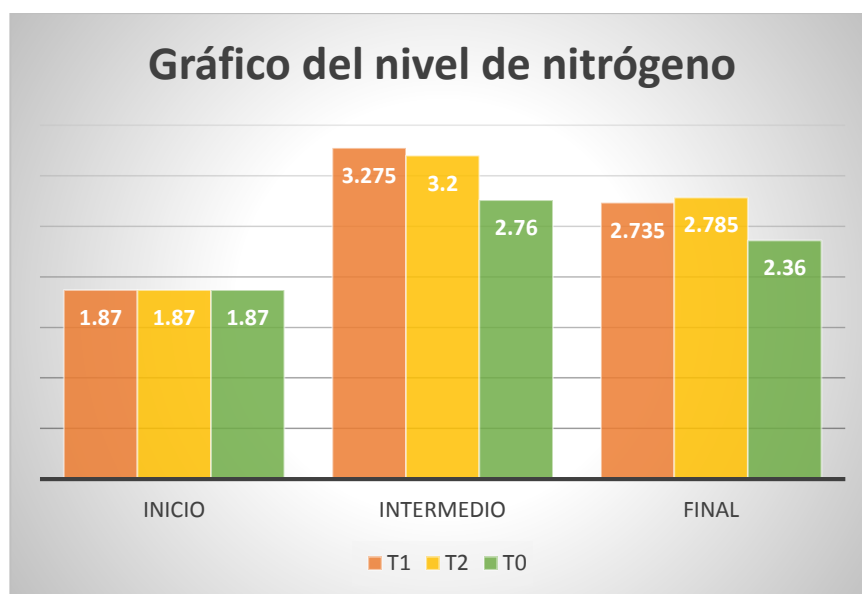


Figura 13. Evaluación del nitrógeno respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 28. *Análisis de varianza del nitrógeno*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	2.237	1.11830833	48.8789	6.94427191	* *
Columnas	2	0.171	0.08560833	3.7418	6.94427191	Ns
Error	4	0.092	0.0229			
Total	8	2.499				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 28). Los resultados del nitrógeno nos demuestran que existen diferencias ampliamente significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

f. Resultados del fósforo

Tabla 29. *Datos procesados del fósforo*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	0.1	0.1	0.1
Intermedio	0.255	0.1	0.185
Final	0.215	0.22	0.165
Total	0.57	0.42	0.45
Promedio	0.190	0.140	0.150

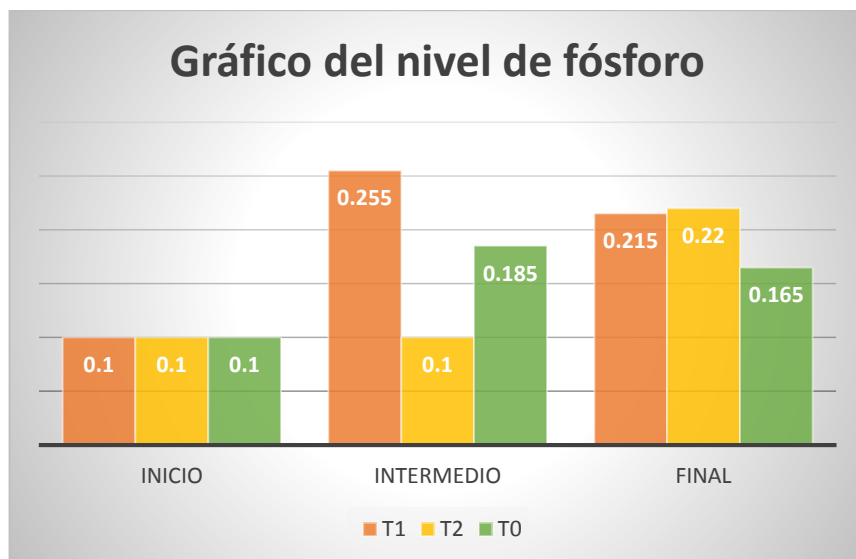


Figura 14. Evaluación del fósforo respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 30. *Análisis de varianza del fósforo*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	0.017	0.0084	3.4639	6.94427191	Ns
Columnas	2	0.004	0.0021	0.8660	6.94427191	Ns
Error	4	0.010	0.0024			
Total	8	0.031				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 30). Los resultados del fósforo nos demuestran que no existen diferencias significativas entre los tiempos de medición (filas), tampoco existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

g. Resultados del calcio

Tabla 31. *Datos procesados del calcio*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	2.77	2.77	2.77
Intermedio	3.55	3.53	3.11
Final	3.54	3.655	2.84
Total	9.86	9.955	8.72
Promedio	3.287	3.318	2.907

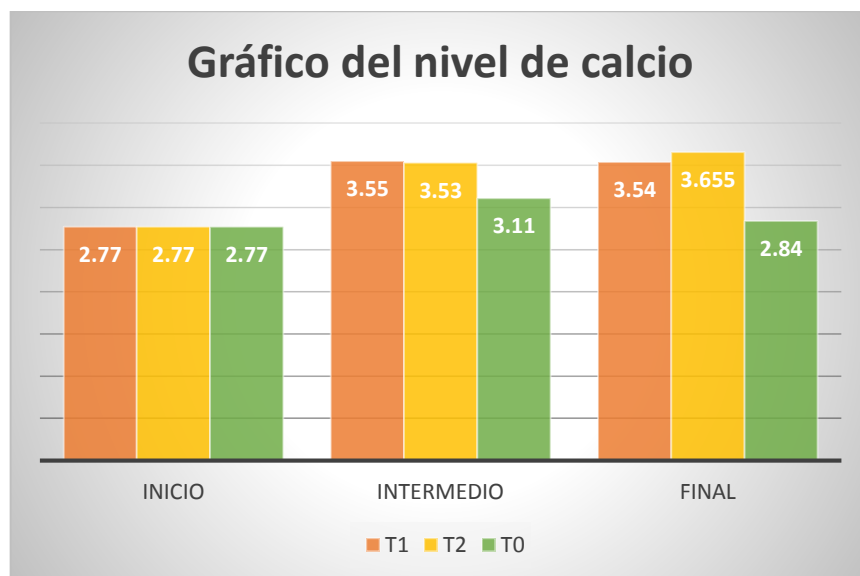


Figura 15. Evaluación del calcio respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 32. Análisis de varianza del calcio

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	0.726	0.36300278	7.3429	6.94427191	*
Columnas	2	0.315	0.15743611	3.1846	6.94427191	Ns
Error	4	0.198	0.0494			
Total	8	1.239				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 32). Los resultados del calcio nos demuestran que existen diferencias significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

h. Resultados del magnesio

Tabla 33. *Datos procesados del magnesio*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	0.49	0.49	0.49
Intermedio	0.585	0.625	0.53
Final	0.595	0.645	0.57
Total	1.67	1.76	1.59
Promedio	0.557	0.587	0.530

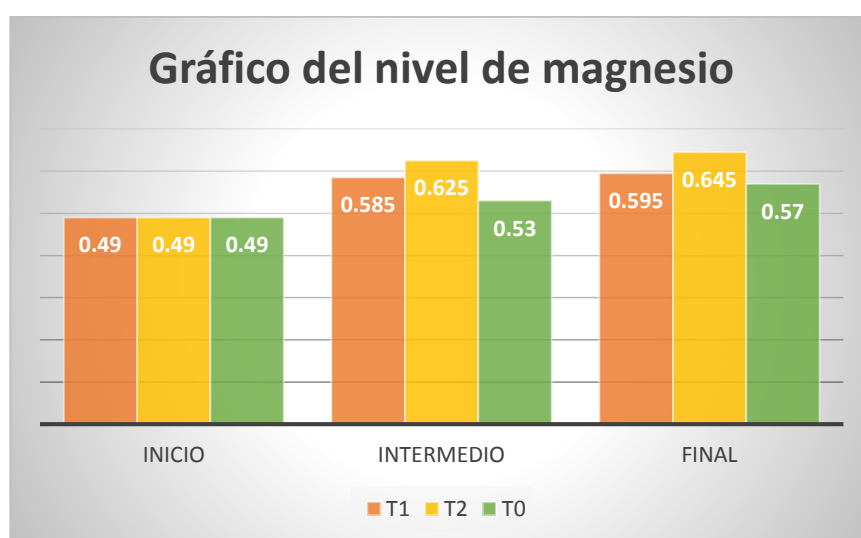


Figura 16. Evaluación del magnesio respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 34. *Análisis de varianza del magnesio*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	0.021	0.01074444	16.2521	6.94427191	*
Columnas	2	0.005	0.00241111	3.6471	6.94427191	Ns
Error	4	0.003	0.0007			
Total	8	0.029				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 34). Los resultados de magnesio nos demuestran que existen diferencias significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

i. Resultados del potasio

Tabla 35. Datos procesados del potasio

Tratamientos Tiempo	T1	T2	T0
Inicio	1.48	1.48	1.48
Intermedio	2.095	2.14	1.66
Final	2.165	2.71	1.795
Total	5.74	6.33	4.935
Promedio	1.913	2.110	1.645

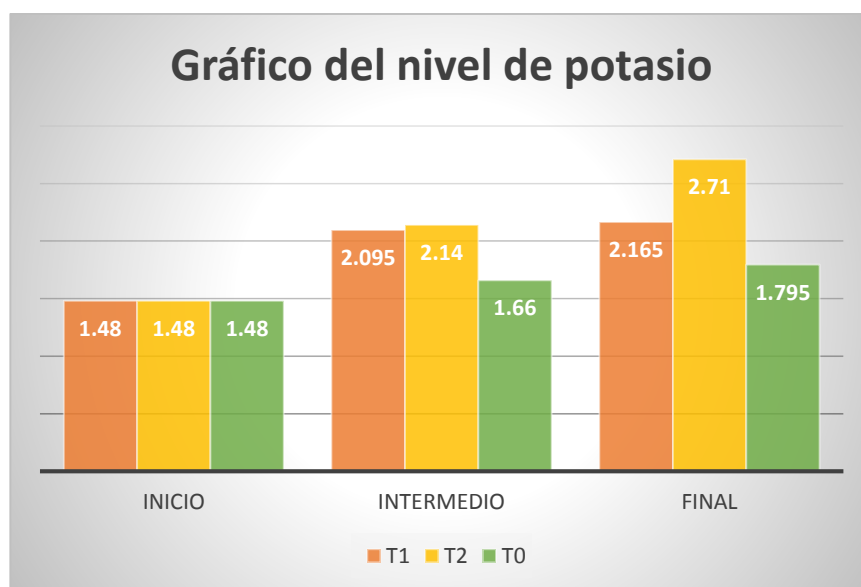


Figura 17. Evaluación del potasio respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 36. Análisis de varianza del potasio

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	0.855	0.42725278	7.2000	6.94427191	*
Columnas	2	0.327	0.16345278	2.7545	6.94427191	Ns
Error	4	0.237	0.0593			
Total	8	1.419				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 36). Los resultados de potasio nos demuestran que existen diferencias significativas entre los tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

j. Resultados de cenizas en base seca

Tabla 37. Datos procesados de cenizas en base seca

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	43.93	43.93	43.93
Intermedio	60.83	63.59	59.99
Final	66.14	68.95	71.03
Total	170.9	176.47	174.95
Promedio	56.967	58.823	58.317

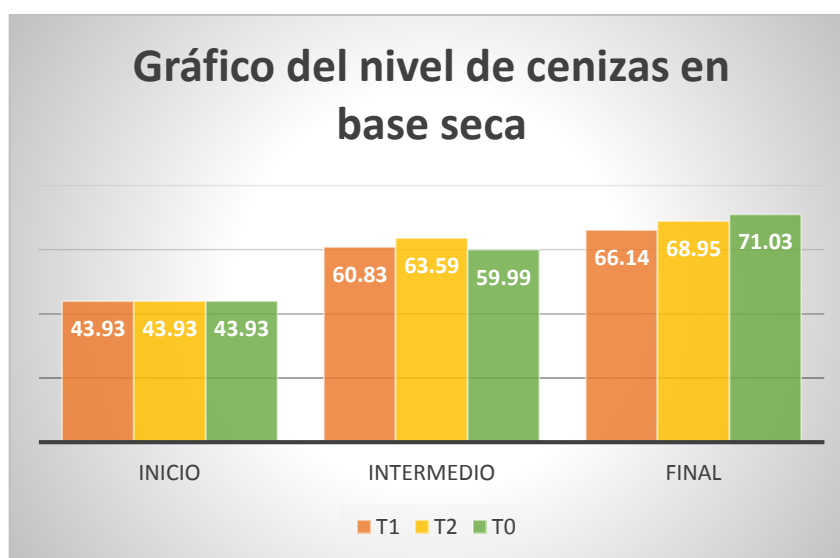


Figura 18. Evaluación de cenizas en base seca respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 38. Análisis de varianza de cenizas en base seca

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	973.904	486.952078	143.0861	6.94427191	**
Columnas	2	5.526	2.76321111	0.8119	6.94427191	Ns
Error	4	13.613	3.4032			
Total	8	993.043				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 38). Los resultados de cenizas en base seca nos demuestran que existen diferencias altamente significativas entre los

tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

k. Resultados de materia seca

Tabla 39. *Datos procesados de cenizas en base seca*

Tratamientos	T1	T2	T0
Tiempo			
Inicio	83.01	83.01	83.01
Intermedio	48.15	48.07	54.99
Final	52.5	52.05	57.85
Total	183.66	183.13	195.85
Promedio	61.220	61.043	65.283

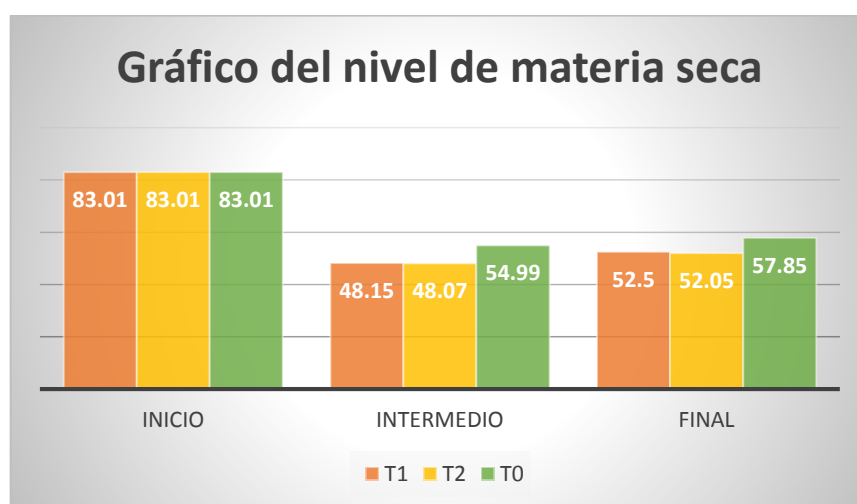


Figura 19. Evaluación de materia seca respecto al tiempo y los tratamientos

Tabla 40. *Análisis de varianza de materia seca*

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	FC	FT	Sig.
Filas	2	1910.969	955.484744	213.9746	6.94427191	* *
Columnas	2	34.519	17.2597444	3.8652	6.94427191	Ns
Error	4	17.862	4.4654			
Total	8	1963.351				

Análisis e interpretación:

Realizado el análisis de varianza (tabla 40). Los resultados de materia seca nos demuestran que existen diferencias altamente significativas entre los

tiempos de medición (filas), pero no existe diferencias entre los tratamientos (columnas).

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la presente investigación la contrastación de la hipótesis general estuvo en función de la contrastación de las hipótesis específicas. Para tal efecto se utilizó la prueba de Duncan.

Luego de analizar la diferencia de los tres tratamientos, en cada uno de los parámetros, se realizará la comparación con la Norma de Calidad de Compost del Instituto Nacional de Normalización de Chile, para evaluar la eficiencia de cada uno de los tratamientos.

4.2.1 Prueba de hipótesis específica 1

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El pH obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El pH obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 41. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 42. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.03		
ALS (D)	0.12	0.12

$$Sx = \text{Raíz (CM error/r)}$$

Tabla 43. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	8.66	8.76	8.78
Clave	I	II	III

Tabla 44. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de $P=0.05$)*

III-I	8.78	-	8.66	=	0.12	=	ALS (D) (III)	=	0.12	NS
III-II	8.78	-	8.76	=	0.02	<	ALS (D) (II)	=	0.12	NS
II-I	8.76	-	8.66	=	0.1	<	ALS (D) (II)	=	0.12	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el pH obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.2 Prueba de hipótesis específica 2

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

La relación C/N obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La relación C/N obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 45. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 46. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.30		
ALS (D)	1.18	1.2

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 47. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	10.15	10.58	10.93
Clave	I	II	III

Tabla 48. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de P=0.05)*

III-I	10.93	-	10.15	=	0.78	<	ALS (D) (III)	=	1.2	NS
III-II	10.93	-	10.58	=	0.35	<	ALS (D) (II)	=	1.18	NS
II-I	10.58	-	10.15	=	0.43	<	ALS (D) (II)	=	1.18	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, la relación C/N obtenida en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.3 Prueba de hipótesis específica 3

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

La materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 49. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 50. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=1.06		
ALS (D)	4.17	4.25

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 51. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	41.18	41.68	43.04
Clave	I	II	III

Tabla 52. Comparación de los promedios de las muestras (valores de $P=0.05$)

III-I	43.04	-	41.18	=	1.86	<	ALS (D) (III)	=	4.25	NS
III-II	43.04	-	41.68	=	1.36	<	ALS (D) (II)	=	4.17	NS
II-I	41.68	-	41.18	=	0.5	<	ALS (D) (II)	=	4.17	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, la materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.4 Prueba de hipótesis específica 4

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

La humedad obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La humedad obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 53. Prueba de Duncan al 5 %

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 54. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=1.22		
ALS (D)	4.79	4.89

$$Sx = \text{Raíz (CM error/r)}$$

Tabla 55. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	34.72	38.78	38.96
Clave	I	II	III

Tabla 56. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de P=0.05)*

III-I	38.96	-	34.72	=	4.24	<	ALS (D) (III)	=	4.89	NS
III-II	38.96	-	38.78	=	0.18	<	ALS (D) (II)	=	4.79	NS
II-I	38.78	-	34.72	=	4.06	<	ALS (D) (II)	=	4.79	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, la humedad obtenida en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.5 Prueba de hipótesis específica 5

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 57. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 58. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.09		
ALS (D)	0.35	0.36

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 59. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	2.33	2.62	2.63
Clave	I	II	III

Tabla 60. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de
P=0.05)*

III-I	2.63	-	2.33	=	0.3	<	ALS (D) (III)	=	0.36	NS
III-II	2.63	-	2.62	=	0.01	<	ALS (D) (II)	=	0.35	NS
II-I	2.62	-	2.33	=	0.29	<	ALS (D) (II)	=	0.35	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.6 Prueba de hipótesis específica 6

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El fósforo obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El fósforo obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 61. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 62. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.03		
ALS (D)	0.12	0.12

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 63. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	0.14	0.15	0.19
Clave	I	II	III

Tabla 64. Comparación de los promedios de las muestras (valores de $P=0.05$)

III-I	0.19	-	0.14	=	0.05	<	ALS (D) (III)	=	0.12	NS
III-II	0.19	-	0.15	=	0.04	<	ALS (D) (II)	=	0.12	NS
II-I	0.15	-	0.14	=	0.01	<	ALS (D) (II)	=	0.12	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el fósforo obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.7 Prueba de hipótesis específica 7

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El calcio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El calcio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 65. Prueba de Duncan al 5 %

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 66. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.13		
ALS (D)	0.51	0.52

$$Sx = \text{Raíz (CM error/r)}$$

Tabla 67. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	2.91	3.29	3.32
Clave	I	II	III

Tabla 68. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de P=0.05)*

III-I	3.32	-	2.91	=	0.41	<	ALS (D) (III)	=	0.52	NS
III-II	3.32	-	3.29	=	0.03	<	ALS (D) (II)	=	0.51	NS
II-I	3.29	-	2.91	=	0.38	<	ALS (D) (II)	=	0.51	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el calcio obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.8 Prueba de hipótesis específica 8

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El magnesio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El magnesio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 69. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 70. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.02		
ALS (D)	0.08	0.08

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 71. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	0.53	0.56	0.59
Clave	I	II	III

Tabla 72. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de P=0.05)*

III-I	0.59	-	0.53	=	0.06	<	ALS (D) (III)	=	0.08	NS
III-II	0.59	-	0.56	=	0.03	<	ALS (D) (II)	=	0.08	NS
II-I	0.56	-	0.53	=	0.03	<	ALS (D) (II)	=	0.08	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el magnesio obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.9 Prueba de hipótesis específica 9

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

El potasio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

El potasio obtenido en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 73. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 74. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=0.14		
ALS (D)	0.55	0.56

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 75. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	1.65	1.91	2.11
Clave	I	II	III

Tabla 76. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de P=0.05)*

III-I	2.11	-	1.65	=	0.46	<	ALS (D) (III)	=	0.56	NS
III-II	2.11	-	1.91	=	0.2	<	ALS (D) (II)	=	0.55	NS
II-I	1.91	-	1.65	=	0.26	<	ALS (D) (II)	=	0.55	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, el potasio obtenido en el proceso de compostaje no tiene diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.10 Prueba de hipótesis específica 10

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

Las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

Las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 77. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 78. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=1.07		
ALS (D)	4.21	4.29

$Sx = \text{Raíz (CM error/r)}$

Tabla 79. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	56.97	58.32	58.82
Clave	I	II	III

Tabla 80. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de $P=0.05$)*

III-I	58.82	-	56.97	=	1.85	<	ALS (D) (III)	=	4.29	NS
III-II	58.82	-	58.32	=	0.5	<	ALS (D) (II)	=	4.21	NS
II-I	58.32	-	56.97	=	1.35	<	ALS (D) (II)	=	4.21	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje no tienen diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

4.2.11 Prueba de hipótesis específica 11

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

Afirmativa

La materia seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.

Nula

La materia seca obtenida en el proceso de compostaje, no es diferente con los tratamientos aplicados.

Tabla 81. *Prueba de Duncan al 5 %*

Significancia al 0.05			
III	a		
II	a	b	
I	a	b	c

Tabla 82. *Amplitud límite de significancia de Duncan*

Valores de P 0.05	2	3
AES (D)	3.93	4.01
Sx=1.22		
ALS (D)	4.79	4.89

Sx = Raíz (CM error/r)

Tabla 83. *Orden creciente de resultados promedios*

Muestras	M1	M2	M3
Promedios	61.04	61.22	65.28
Clave	I	II	III

Tabla 84. *Comparación de los promedios de las muestras (valores de $P=0.05$)*

III-I	65.28	-	61.04	=	4.24	<	ALS (D) (III)	=	4.89	NS
III-II	65.28	-	61.22	=	4.06	<	ALS (D) (II)	=	4.79	NS
II-I	61.22	-	61.04	=	0.18	<	ALS (D) (II)	=	4.79	NS

Interpretación: Se tiene que, con un nivel de significancia de 0.05, la materia seca obtenida en el proceso de compostaje no tienen diferencia (son iguales) según los tratamientos aplicados.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El pH final en los tratamientos T0 (sin aplicación) 9.66, T1 (EM + estiércol) 9.49 y T2 (EM col china + estiércol) 9.66, en los tres casos se observa que el pH es alcalino, el pH es lejano de 8.5 (recomendado), ya que los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica no toleran valores muy ácidos ni muy alcalinos. Los materiales procesados en este trabajo de investigación, no mantuvieron el pH dentro del rango permisible, debido al incremento del nitrógeno y disminución de contenido de carbono durante el proceso de compostaje.
- La relación C/N final en los tratamientos T0 (sin aplicación) 7.09, T1 (EM + estiércol) 7.40 y T2 (EM col china + estiércol) 6.46, en los tres casos los valores están por debajo de 10, lo cual es debido a la mayor cantidad de material rico en nitrógeno (estiércol).
- La materia orgánica final en los tratamientos T0 (sin aplicación) 28.97, T1 (EM+estiércol) 33.86 y T2 (EM col china + estiércol) 31.05, en los tres casos los valores están dentro del rango permisible >20, encontrándose en la clase B, cumpliendo con las exigencias mínimas.
- La Humedad final en los tratamientos T0 (sin aplicación) 42.16, T1 (EM+estiércol) 47.51 y T2 (EM col china + estiércol) 47.96, en los tres casos los valores están dentro del rango aceptable 30-50.
- El contenido final de nitrógeno en los tratamientos T0 (sin aplicación) 2.36, T1 (EM+estiércol) 2.74 y T2 (EM col china + estiércol) 2.79, en los tres casos los valores están dentro del rango permisible 1-3, encontrándose en la clase A. Esto fomenta el crecimiento de las hojas y tallos de los vegetales, causando el color verde de las plantas y portando resistencia a las plagas.

- El contenido final de fósforo en los tratamientos T0 (sin aplicación) 0.17, T1 (EM+estiércol) 0.22 y T2 (EM col china + estiércol) 0.22, en los tres casos los valores están dentro del rango inmaduro < 0.6 , el cual deja de aportar la transferencia de energía, siendo esencial en la eficiencia de la fotosíntesis, ello debido a que el pH limita su disponibilidad.
- El contenido final de calcio en los tratamientos T0 (sin aplicación) 2.84, T1 (EM+estiércol) 3.54 y T2 (EM col china + estiércol) 3.66, en los tres casos los valores están dentro del rango permisible 2.5-6.0, encontrándose en la clase B. Ello fomenta la formación de las paredes celulares de las pantas y crecimiento de las raíces.
- El contenido final de magnesio en los tratamientos T0 (sin aplicación) 0.57, T1 (EM+estiércol) 0.60 y T2 (EM col china + estiércol) 0.65, en los tres casos los valores están dentro del rango permisible 0.5-1.0, encontrándose en la clase A. Ello forma parte de la clorofila de las plantas y actúa en el metabolismo del fósforo.
- El contenido final de potasio en los tratamientos T0 (sin aplicación) 0.8, T1 (EM+estiércol) 2.17 y T2 (EM col china + estiércol) 2.71, en los tres casos los valores están dentro del rango permisible 0.5-2.5 , encontrándose en la clase A. Con ello ayuda a que las plantas posean raíces y tallos fuertes, proporcionando resistencia a las plagas y enfermedades, así también mejora el régimen hídrico de las plantas y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad.

CONCLUSIONES

En la presente investigación sobre “Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, mediante microorganismos eficientes presentes en la col china, julio 2017 – julio 2018”, se llegó a las siguientes conclusiones:

- No se ha podido demostrar que T2 es diferente (tiene mayor eficiencia) que T1 y T0, debido a los siguientes factores:
 - Tamaño de muestras.
 - Proximidad entre las camas de compostaje.
 - La dosificación empleada fue escasa.
- Los tres tratamientos desarrollados durante el proceso de compostaje, estadísticamente fueron similares dentro de los 11 parámetros evaluados.
- Los parámetros de los tres tratamientos desarrollados, fueron evaluados por la Norma de Calidad del Compost del Instituto Nacional de Normalización de Chile, donde:
 - Los parámetros humedad, nitrógeno, magnesio y potasio se encuentran en la clase A.
 - Los parámetros materia orgánica y calcio se encuentran en la clase B.
 - Los parámetros pH, relación C/N y fósforo se encuentran en la clase C.
 - Los parámetros cenizas en base seca y materia seca no se encuentran categorizadas.
- El compost obtenido sirve como regulador de suelos ácidos.

RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones citadas en la presente investigación, se describe las siguientes recomendaciones:

- Debido al incremento del nitrógeno durante el proceso de compostaje, se debe adicionar material más seco y con mayor contenido en carbono (aserrín, rastrojos, hojas secas) para obtener el pH y la relación C/N dentro de los rangos permisibles.
- Para la implementación de camas composteras, se debe de tener en cuenta una distancia aproximada de un (1) metro entre camas.
- Para llegar a evaluar las diferencias que presentan los tratamientos, es necesario realizar un tamaño de muestras mayores o iguales a 5.
- Para obtener mejores resultados en el tratamiento de residuos orgánicos pecuarios, aplicando microorganismos eficientes presentes en la col china, se debe aplicar una mayor dosificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ana, S. (2016). *"Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos por medio de la utilización de Microorganismos eficientes en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla"*.
2. Antonio, M. (2012). *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura*.
3. Antonio, M. (2013). *Compostaje de tres tipos de materia orgánica con la aplicación de microorganismos eficientes*.
4. Asado, A. (2007). *Concentración de sales en ocho tipos de compost mejorado, elaborados bajo las condiciones del huerto olerícolafrutícola de la UNHEVAL*.
5. Bernal MP, A. J. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. *Bioresource Technology*, 53.
6. Daniel Sztern, M. A. (1999). Manual para la Elaboracion de Compost- Bases Conceptuales y Procedimientos. *Organizacion Mundial de la Salud*, 9-12.
7. Desarrollo, B. I. (2009). *Manual Practico de Uso de EM*. Uruguay: Oisca Uruguay.
8. Ekinci, K. K. (2004). Effects of aeration strategies on the composting process. *Experimental studies*, 1697-1708.
9. EMRO. (1998). *Guia de la Tecnologia de EM*. Costa Rica: EMPROTEC.
10. EMRO. (s.f.). *Guia de la Tecnologia de EM*. Costa Rica: EM Produccion y Tecnologia S,A.
11. EMRO USA, E. A. (1998). *Guia de la Tecnologia de EM. EM Produccion y Tecnologia S,A*, 3-4.
12. Hammes. (1991).
13. Haug, R. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Florida: Boca Raton.

14. Haug, R. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Florida: Boca Raton.
15. Hurtado, J. (2014). *Evaluación de efecto acelerador de microorganismos transformadores de materia orgánica*.
16. Ivan, E. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost*.
17. Jhorar, B. (1991). Kinetics of composting rice straw with glue waste at different C/N ratios in a semiarid environment. *Arid Soil Rest*, 297-306.
18. Juan. (2016). *"Efecto de los Bioabonos en el Rendimiento y la Calidad de la Asociación de Pasturas en condiciones Edafoclimática de Cayhuayna Huanuco - 2015"*.
19. Laich, F. (2011). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. *Fertilidad y Calidad del suelo*, 3-6.
20. Liang, C. D. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource Technology*, 131-137.
21. MARQUEZ, P. B. (2002). FACTORES QUE AFECTAN AL PROCESO DE COMPOSTAJE. En P. B. MARQUEZ, *FACTORES QUE AFECTAN AL PROCESO DE COMPOSTAJE* (págs. 1-3). HUELVA.
22. MINAM. (2015). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Lima.
23. MINAM, E. y. (2014). *Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ambito Municipal y no Municipal 2013*. Peru: Dirección de Investigación e Información Ambiental.
24. Miyatake F., I. K. (2006). Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Bioresource Technology*, 961-965.
25. Muñoz, A. P. (2008). Manual de Compostaje. *Amigos de la tierra - Madrid*, 13-14.

26. Neftali, F. (2007). "*Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost – hacienda las mercedes*".
27. Noe. (2011). "*Efecto de tres fuentes y tres dosis de compost con aplicación de microorganismos eficaces en el desarrollo y rendimiento de pepinillo híbrido, en la provincia de Lamas – departamento de San Martín*".
28. OEFA. (2016). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial 2014-2015*. Lima: IAKOB Comunicadores & Editores S.A.C.
29. OISCA. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. *Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos*, 18-33.
30. Pacha, E. I. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost*.
31. PANTOJA, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR*. SANTIAGO DE CHILE: FAO.
32. Peyric, R. (2002). *El vertido de RSU en el Gran San Juan, impactos y perspectivas ambientales*. Argentina: DEUS.
33. Pilar Roman, M. M. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile: FAO.
34. Pilar Roman, M. M. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 13-14.
35. Riego, M. d. (2016). *Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola*. Lima: Dirección General de Políticas Agrarias.
36. Sánchez Monedero M. A., R. A. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. 301-308.

37. Sandra Cuba Checnes, R. H. (2006). Manual de Elaboracion de Compost Organico. *Ministerio de la Produccion-Peru*, 6.
38. Sandra Cuba Checnes, R. H. (2006). Manual de la Produccion de Compost Organico. *Ministerio de la Produccion - Peru*, 5.
39. Sandra Cuba Checnes, R. H. (2006). Manual de la Produccion de Compost Organico. *Ministerio de la produccion - Peru*, 11-12.
40. Sandra Cuba Checnes, R. H. (2006). Manual de la Produccion de Compost Organico. *Ministerio de la Produccion- Peru*, 7.
41. Subdireccion de Informacion Ganadera y de Analisis y Politica del Sector- Direccion de Produccion y Sanidad Animal, d. I. (2014). *Políticas Pecuarias*. Italia: FAO.
42. Suler, D. F. (1997). Effect of Temperature, Aeration, and Moisture on CO₂ Formation in Bench-Scale, continuously Thermophilic Composting of Solid Waste. 345-350.
43. Takashi Kyan, M. S. (1999). *KYUSEI NATURE FARMING AND THE TECHNOLOGY OF EFFECTIVE MICROORGANISMS*. Thailand: International Nature Farming Reserch Center, Asia Pacific Natural Agriculture Network.
44. Tierra, A. d. (2008). Manual de compostaje. *Amigos de la Tierra*, 4.
45. Val, A. d. (1997). *El Libro del Reciclaje*. Barcelona: RBA.
46. Zhu, N. (2006). Composting of high moisture content swine manure with corncob in a pilot-scale aerated static bin system. 1870-1875.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, mediante microorganismos eficientes presentes en la col china, julio 2017 – julio 2018”

TESISTA: Bach. July Roxana Inga Alcantara

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cómo influye los microorganismos eficientes presentes en la col china, en el tratamiento de residuos orgánicos pecuarios realizados en composteras?	<p>Objetivo general: Evaluar la eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, aplicando microorganismos eficientes presentes en la col china.</p> <p>Objetivos específicos: -Evaluar el pH en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar la relación C/N en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar la materia orgánica en base seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar la humedad en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar el nitrógeno en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar el fósforo en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar el calcio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar el magnesio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar el potasio en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar las cenizas en base seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados. -Evaluar la materia seca en el proceso de compostaje, con los tratamientos aplicados.</p>	<p>Hipótesis general La eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, puede ser medido mediante microorganismos eficientes presentes en la col china.</p> <p>Hipótesis específica -El pH obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -La relación C/N obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -La materia orgánica en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -La humedad obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -El nitrógeno obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -El fósforo obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -El calcio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -El magnesio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -El potasio obtenido en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -Las cenizas en base seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados. -La materia seca obtenida en el proceso de compostaje, es diferente con los tratamientos aplicados.</p>	<p>Variable dependiente Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios.</p> <p>Variable independiente Microorganismos eficientes presentes en la col china.</p>	<p>Tipo de investigación Experimental.</p> <p>Enfoque Cuantitativo.</p> <p>Alcance de la investigación Correlacional.</p> <p>Diseño experimental completamente aleatorizado</p> <p>Esquema de investigación Análisis de Varianza (ANOVA)</p>	<p>Para el desarrollo de la investigación se aplicó las siguientes técnicas y procedimientos: Técnica para el inicio del proceso de compostaje: -Generación de residuos orgánicos pecuarios del establo. -Pesado de residuos orgánicos pecuarios. -Reproducción de la cepa madre. -Formación de camas de residuos orgánicos pecuarios, con su respectiva aplicación. -Inicio del proceso de compostaje y monitoreo. -Cosecha de compost y pesaje del producto.</p>	<p>Población -Insumos vegetales y comerciales.</p> <p>-Seis (6) camas composteras de 600 Kg cada una, formado por alfalfa, chala, estiércol de vacunos, ovinos, camélidos y equinos.</p> <p>Muestras Trece (13) muestras.</p>

**ANEXO 2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL
COMPOSTAJE, EN SUS TRES TIEMPOS.**

PARÁMETROS	TRATAMIENTO	TIEMPO						
		TIEMPO INICIAL	TIEMPO INTERMEDIO			TIEMPO FINAL		
			BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO
pH	TO		9.63	9.93	9.78	9.48	9.84	9.66
	T1	6.91	9.65	9.5	9.575	9.55	9.43	9.49
	T2		9.83	9.58	9.705	9.76	9.56	9.66
Relación C/N	TO		9.77	6.8	8.285	7.9	6.28	7.09
	T1	17.4	7.29	6.64	6.965	7.09	7.66	7.38
	T2		6.96	6.24	6.6	6.6	6.32	6.46
Materia orgánica en base seca	TO		50.51	29.51	40.01	33.37	24.57	28.97
	T1	56.07	37.71	40.64	39.175	32.36	35.37	33.87
	T2		38.52	34.31	36.415	34.21	27.89	31.05
Humedad	TO		48.77	41.25	45.01	43.01	41.3	42.16
	T1	16.99	51.28	52.42	51.85	46.39	48.62	47.51
	T2		50.53	53.33	51.93	52.52	43.39	47.96
Nitrogeno % (N)	TO		3	2.52	2.76	2.45	2.27	2.36
	T1	1.87	3	3.55	3.275	2.79	2.68	2.74
	T2		3.21	3.19	3.2	3.01	2.56	2.79
Fosforo % (P2 O5)	TO		0.22	0.15	0.185	0.17	0.16	0.17
	T1	0.1	0.23	0.28	0.255	0.2	0.23	0.22
	T2		0.17	0.03	0.1	0.23	0.21	0.22
Calcio % (Ca O)	TO		3.08	3.14	3.11	2.83	2.85	2.84
	T1	2.77	3.48	3.62	3.55	3.47	3.61	3.54
	T2		3.54	3.52	3.53	3.64	3.67	3.66
Magnesio % (Mg O)	TO		0.53	0.53	0.53	0.55	0.59	0.57
	T1	0.49	0.58	0.59	0.585	0.59	0.6	0.6
	T2		0.63	0.62	0.625	0.65	0.64	0.65
Potasio % (K2 O)	TO		1.68	1.64	1.66	1.78	1.81	0.8
	T1	1.48	2.08	2.11	2.095	2.2	2.13	2.17
	T2		2.15	2.13	2.14	2.86	2.56	2.71
Cenizas en base seca %	TO		49.49	70.49	59.99	66.63	75.43	71.03
	T1	43.93	62.29	59.36	60.825	67.64	64.63	66.135
	T2		61.48	65.69	63.585	65.79	72.11	68.95
Materia seca %	TO		51.23	58.75	54.99	56.99	58.7	57.845
	T1	83.01	48.72	47.58	48.15	53.61	51.38	52.495
	T2		49.47	46.67	48.07	47.48	56.61	52.045

ANEXO 3. MONITOREO DURANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE

FECHA	TRATAMIENTOS	TEMPERATURA °C			HUMEDAD			pH		
		BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO
sabado 6/01/18 INICIAL	TO									
	T1	20	20	20	19	19	19	7.7	7.7	7.7
	T2									
Martes 09/01/18	TO	28.9	42.2	35.55	33	34	33.5	7.1	7.4	7.25
	T1	30.4	28.7	29.55	35	31	33	7.5	7.4	7.45
	T2	24.6	24.6	24.6	32	37	34.5	7.3	7.1	7.2
Jueves 11/01/18	TO	58.7	56.3	57.5	31	31	31	7.4	7.1	7.25
	T1	55	54.1	54.55	32	31	31.5	7	7	7
	T2	53.7	54.1	53.9	30	31	30.5	7	7.4	7.2
Sabado 13/01/18	TO	44	41	42.5	31	33	32	7.5	7.1	7.3
	T1	46.5	45.5	46	37	35	36	7.3	7.4	7.35
	T2	50	42	46	35	35	35	7.1	7.1	7.1
Martes 16/01/18	TO	55	54	54.5	45	45	45	7.5	8.1	7.8
	T1	54	52	53	43	44	43.5	7.8	7.9	7.85
	T2	55	54	54.5	40	43	41.5	8	8.2	8.1
Jueves 18 /01/18	TO	53	50	51.5	46	46	46	7.8	7.9	7.85
	T1	53	51	52	45	41	43	8	8	8
	T2	51	50	50.5	44	43	43.5	8.1	8	8.05
Sabado 20/01/18	TO	54	49	51.5	47	43	45	7.9	8.1	8
	T1	54	52	53	44	46	45	7.8	7.9	7.85
	T2	50	51	50.5	46	46	46	7.9	8	7.95
Martes 23/01/18	TO	51	48	49.5	49	50	49.5	8.3	8.7	8.5
	T1	53	51	52	50	51	50.5	8.7	8.7	8.7
	T2	51	51	51	52	51	51.5	8.5	8.7	8.6
Jueves 25/01/18	TO	51	51	51	54	53	53.5	8.4	8.7	8.55
	T1	53	50	51.5	51	54	52.5	8.5	8.9	8.7
	T2	52	51	51.5	53	53	53	8.9	8.9	8.9

FECHA	TRATAMIENTOS	TEMPERATURA °C			HUMEDAD			pH		
		BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO
Sabado 27/01/18	TO	46	45	45.5	50	52	51	9.5	9.4	9.45
	T1	47	48	47.5	50	50	50	9.3	9.4	9.35
	T2	49	47	48	51	51	51	9.1	9.3	9.2
Martes 30/01/18	TO	43	43	43	49	45	47	9.1	9.3	9.2
	T1	45	46	45.5	47	49	48	9.5	9	9.25
	T2	44	47	45.5	49	46	47.5	9.3	9.3	9.3
Jueves 01/02/18	TO	44	42	43	47	45	46	9.5	9.3	9.4
	T1	45	45	45	43	43	43	9.7	9.3	9.5
	T2	46	43	44.5	46	45	45.5	9.3	9	9.15
Sabado (FINAL) 03/02/18	TO	40	40	40	43	43	43	9	9.2	9.1
	T1	40	42	41	41	40	40.5	9.1	9	9.05
	T2	41	40	40.5	43	45	44	9	9	9
Martes 06/02/18	TO	39	40	39.5	43	45	44	9.3	9	9.15
	T1	39	40	39.5	45	45	45	9.2	9.2	9.2
	T2	40	41	40.5	43	45	44	9.1	9.1	9.1
Jueves 08/02/18	TO	33	34	33.5	43	44	43.5	9.4	9.3	9.35
	T1	35	32	33.5	41	43	42	9	9.1	9.05
	T2	34	33	33.5	45	45	45	9.1	9.2	9.15
Sabado 10/02/18	TO	29	30	29.5	46	43	44.5	9.3	9.1	9.2
	T1	30	28	29	45	41	43	9.4	9	9.2
	T2	30	29	29.5	40	40	40	9.5	9.3	9.4
Martes 13/02/18	TO	24	25	24.5	43	45	44	9.3	9.1	9.2
	T1	25	24	24.5	47	46	46.5	9	9	9
	T2	26	26	26	45	45	45	9.1	9	9.05
Jueves 15/02/18	TO	20	19	19.5	43	41	42	9.3	9	9.15
	T1	19	20	19.5	46	43	44.5	9.1	9	9.05
	T2	20	20	20	45	45	45	9.3	9.1	9.2
Sabado 17/02/18	TO	16	14	15	45	49	47	9.3	9.4	9.35
	T1	15	14	14.5	47	46	46.5	9.3	9.3	9.3
	T2	15	16	15.5	50	47	48.5	9.4	9.5	9.45

ANEXO 4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL COMPOSTAJE, EN LAS ETAPAS: INICIAL, INTERMEDIO Y FINAL.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			JULY ROXANA INGA ALCANTARA			PROCEDENCIA:			HUANUCO			
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS FISICO	ANALISIS PROXIMAL EN BASE SECA				PORCENTAJE EN BASE SECA				
Código	Referencia	Tipo	PH 1:1	Cenizas en base seca (%)	Materia Organica en base Seca (%)	Materia Seca (%)	Humedad Hd (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)
M01591	M1	COMPOSTAJE	6.91	43.93	56.07	83.01	16.99	1.87	0.10	2.77	0.49	1.48

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 24 DE NOVIEMBRE 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			PROCEDENCIA:					HUANUCO				
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS FISICO	ANALISIS PROXIMAL EN BASE SECA			Humedad Hd (%)	PORCENTAJE EN BASE SECA				
Código	Referencia	Tipo	PH 1:1	Cenizas en base seca (%)	Materia Organica en base Seca (%)	Materia Seca (%)		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)
M0225	To - I	COMPOSTAJE	9.63	49.49	50.51	51.23	48.77	3.00	0.22	3.08	0.53	1.68
M0226	To - II	COMPOSTAJE	9.93	70.49	29.51	58.75	41.25	2.52	0.15	3.14	0.53	1.64
M0227	T1 - I	COMPOSTAJE	9.65	62.29	37.71	48.72	51.28	3.00	0.23	3.48	0.58	2.08
M0228	T1 - II	COMPOSTAJE	9.5	59.36	40.64	47.58	52.42	3.55	0.28	3.62	0.59	2.11
M0229	T2 - I	COMPOSTAJE	9.83	61.48	38.52	49.47	50.53	3.21	0.17	3.54	0.63	2.15
M0230	T2 - II	COMPOSTAJE	9.58	65.69	34.31	46.67	53.33	3.19	0.03	3.52	0.62	2.13

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 27 DE FEBRERO DEL 2018

RECIBO N° 0532488

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

[Firma]

Ing. Luis G. Mansilla Mineya
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			PROCEDENCIA:					HUANUCO				
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS FISICO	ANALISIS PROXIMAL EN BASE SECA			Humedad Hd (%)	PORCENTAJE EN BASE SECA				
Código	Referencia	Tipo	PH 1:1	Cenizas en base seca (%)	Materia Organica en base Seca (%)	Materia Seca (%)		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)
M0231	To - I	COMPOSTAJE	9.48	66.63	33.37	56.99	43.01	2.45	0.17	2.83	0.55	1.78
M0232	To - II	COMPOSTAJE	9.84	75.43	24.57	58.70	41.30	2.27	0.16	2.85	0.59	1.81
M0233	T1 - I	COMPOSTAJE	9.55	67.64	32.36	53.61	46.39	2.79	0.20	3.47	0.59	2.20
M0234	T1 - II	COMPOSTAJE	9.43	64.63	35.37	51.38	48.62	2.68	0.23	3.61	0.60	2.13
M0235	T2 - I	COMPOSTAJE	9.76	65.79	34.21	47.48	52.52	3.01	0.23	3.64	0.65	2.86
M0236	T2 - II	COMPOSTAJE	9.56	72.11	27.89	56.61	43.39	2.56	0.21	3.67	0.64	2.56

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 21 DE MARZO DEL 2018

RECIBO N° 0532488



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE



ANEXO 5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 009956 - 2017

SOLICITANTE : July Roxana Inga Alcantara
DIRECCIÓN LEGAL : Direccion: Huallayco N°2059 - Huanuco
: RUC: 74044726 Teléfono: 963060645
PRODUCTO : INOCULACION BAL
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I
CANTIDAD RECIBIDA : 551,8 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en botella pet cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-006060 -2017
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 08/11/2017
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Bacterias Acido Lácticas (UFC/g)	28x100000
2.- N. de Mohos (UFC/g)	<10 Estimado
3.- N. de Levaduras (UFC/g)	<10 Estimado

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- APHA/CMMEF 5th. Ed. Chapter 19 Pág. 231-233 2015
- 2.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 166-167 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acribia) 1983
- 3.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 166-167 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acribia) 1983

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 08/11/2017 Al 13/11/2017.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

La Molina, 13 de Noviembre de 2017



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM.

Ing. Mg. Sc. Cecilia Alegría Arnedo
DIRECTORA TÉCNICA
CIP. N° 185545

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

ANEXO 6. ILUSTRACIONES DEL TRABAJO DE CAMPO



Ilustración 1: Inoculación de EM presente en la col china



Ilustración 2: Extracción y activación de los EM presentes en la col china
(T2)



Ilustración 3: Activación de la cepa madre – EM (T1)



Ilustración 4: Preparación del área de compostaje



Ilustración 5: Pesaje de estiércol para la formación de las pilas de compostaje



Ilustración 6: Armado de las pilas de compostaje



Ilustración 7: Monitoreo de la temperatura y humedad



Ilustración 8: Monitoreo interdiario de los parámetros (pH, temperatura y humedad)



Ilustración 9: Monitoreo de la Temperatura, humedad y pH



Ilustración 10: Medición de la temperatura



Ilustración 11: Volteos semanales de las camas de compostaje



Ilustración 12: Riegos semanales de las camas de compostaje



Ilustración 13: Tamizado del compost



Ilustración 14: cosecha de compost



Ilustración 15: Pesaje del producto final



Ilustración 16: Encostalado del producto final



Ilustración 17: Producto final



Ilustración 18: Producto final encostalado

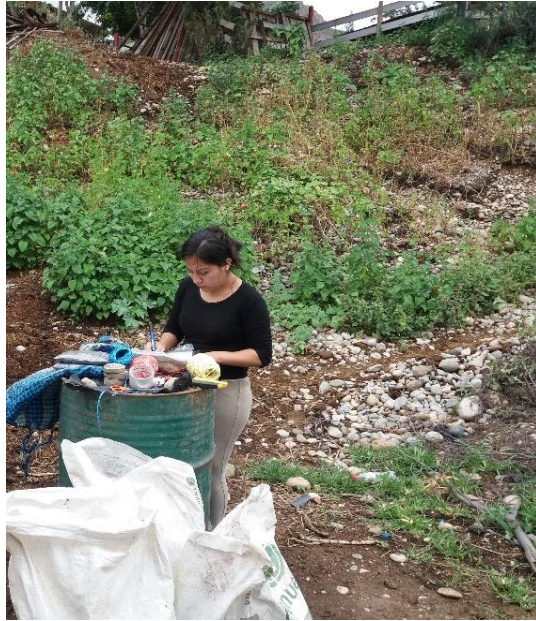


Ilustración 19: Rotulado de muestras



Ilustración 20: Envío de muestras al laboratorio

**ANEXO 7. DATOS DE COMPARACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE COMPOST
CON LA NORMA DE CALIDAD DEL COMPOST DEL INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACIÓN DE CHILE (ALCAZAR, 2004)**

PARÁMETROS	TRATAMIENTO	TIEMPO							COMPARACIÓN CON LA NORMATIVA		
		TIEMPO INICIAL	TIEMPO INTERMEDIO			TIEMPO FINAL			CHILENA		
			BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	BLOQUE I	BLOQUE II	PROMEDIO	CLASE A	CLASE B	Inmaduro
pH	TO	6.91	9.63	9.93	9.78	9.48	9.84	9.66	5,0 - 8,5		>8.5
	T1		9.65	9.5	9.575	9.55	9.43	9.49			
	T2		9.83	9.58	9.705	9.76	9.56	9.66			
Relación C/N	TO	17.4	9.77	6.8	8.285	7.9	6.28	7.09	10-25.0	10-40.0	<50
	T1		7.29	6.64	6.965	7.09	7.66	7.38			
	T2		6.96	6.24	6.6	6.6	6.32	6.46			
Materia orgánica en base seca	TO	56.07	50.51	29.51	40.01	33.37	24.57	28.97	>80	'>20	<20
	T1		37.71	40.64	39.175	32.36	35.37	33.87			
	T2		38.52	34.31	36.415	34.21	27.89	31.05			
Humedad	TO	16.99	48.77	41.25	45.01	43.01	41.3	42.16	30-50		>50
	T1		51.28	52.42	51.85	46.39	48.62	47.51			
	T2		50.53	53.33	51.93	52.52	43.39	47.96			
Nitrogeno % (N)	TO	1.87	3	2.52	2.76	2.45	2.27	2.36	1.0-3.0	0.5-1.0	>0.5
	T1		3	3.55	3.275	2.79	2.68	2.74			
	T2		3.21	3.19	3.2	3.01	2.56	2.79			
Fosforo % (P2 O5)	TO	0.1	0.22	0.15	0.185	0.17	0.16	0.17	0.8-2.5	0.6-0.8	<0.6
	T1		0.23	0.28	0.255	0.2	0.23	0.22			
	T2		0.17	0.03	0.1	0.23	0.21	0.22			
Calcio % (Ca O)	TO	2.77	3.08	3.14	3.11	2.83	2.85	2.84	1.0-2.5	2.5-6.0	>6
	T1		3.48	3.62	3.55	3.47	3.61	3.54			
	T2		3.54	3.52	3.53	3.64	3.67	3.66			
Magnesio % (Mg O)	TO	0.49	0.53	0.53	0.53	0.55	0.59	0.57	0.5-1.0	1.0-3.0	>3.0
	T1		0.58	0.59	0.585	0.59	0.6	0.6			
	T2		0.63	0.62	0.625	0.65	0.64	0.65			
Potasio % (K2 O)	TO	1.48	1.68	1.64	1.66	1.78	1.81	0.8	0.5-2.5	0.35-0.5	<0.35
	T1		2.08	2.11	2.095	2.2	2.13	2.17			
	T2		2.15	2.13	2.14	2.86	2.56	2.71			

ANEXO 8. RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 451-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de julio de 2017

Visto, el Expediente N° 1283-17, presentado por la alumna **July Roxana, INGA ALCANTARA** del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1283-17, de la alumna **July Roxana, INGA ALCANTARA**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la alumna **July Roxana, INGA ALCANTARA** al Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/JPR/nto

ANEXO 9. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería* RESOLUCIÓN N° 591-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 12 de Julio de 2018

Visto, el Expediente 1294-18, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller July Roxana, INGA ALCANTARA, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita cambio de título del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1292-18, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller **July Roxana, INGA ALCANTARA**, ha sido aprobado, y

Que, según Informe N° 50-2018-ADN-UDH el Blgo. Alejandro DURAN NIEVA, aprueba el cambio de nombre del título del proyecto de investigación.

Que, según Informe N° 80-2018-UDH/HCT el Ing. Heberto CALVO TRUJILLO, aprueba el cambio de nombre del título del proyecto de investigación.

Que, según Informe N° 57-2018-UDH/MATM el Ing. Marco Antonio TORRES MARQUINA, aprueba el cambio de nombre del título del proyecto de investigación.

Que, según del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Que según Resolución N° 477-C-PAIC-FI-UDH-2017, se aprueba el proyecto de INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA JULIO – DICIEMBRE 2017 presentado por el bachiller July Roxana, INGA ALCANTARA, el mismo que solicita el cambio de título del proyecto de investigación en coordinación con su asesor; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 12 de julio de 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - ANULAR, la resolución N° 477-C-PAIC-FI-UDH-2017 de fecha 16 de noviembre del 2017;

Artículo segundo. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA, JULIO 2017 – JULIO 2018” presentado por el bachiller July Roxana, INGA ALCANTARA, para optar el Título de Ingeniera Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachin García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – D PIA – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
RSG/GLT.

ANEXO 10. RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADOS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 737-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de agosto de 2018

Visto, el Of. N° 373-C-EAPIA-FI-UDH-2018 y el Exp. N° 1231-18 presentado por el Coordinador de la EAP de Ingeniería Ambiental, quien informa que el (la) Bachiller **July Roxana, INGA ALCANTARA**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA, JULIO 2017 – JULIO 2018"**; y,

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad; y,

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PECUARIOS EN COMPOSTERAS, MEDIANTE MICROORGANISMOS EFICIENTES PRESENTES EN LA COL CHINA, JULIO 2017 – JULIO 2018"**, presentado por el (la) Bachiller: **July Roxana, INGA ALCANTARA**, de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| ➤ Ing. Heberto Calvo Trujillo | PRESIDENTE |
| ➤ Ing. Marco Antonio Torres Marquina | SECRETARIO |
| ➤ Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva | VOCAL |

Artículo Segundo.- Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY M. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachun García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
C EAPIA – Interesado- Jurado (03)-Archivo
RSG/jpr/nto.